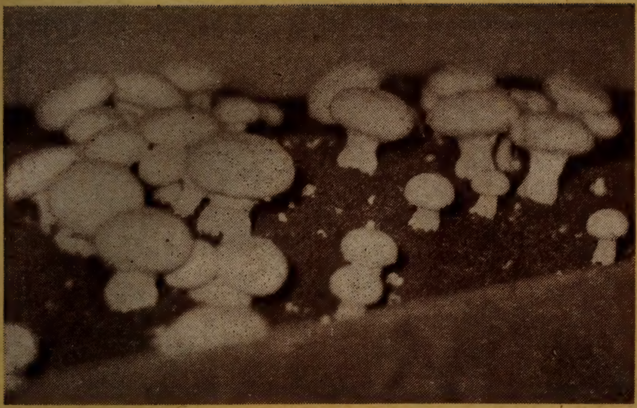


蘑菇栽培

沈阳农学院
菇类菌种繁殖場編著

农业出版社

67.421
238

蘑菇栽培

沈阳农学院菇类菌种繁殖場編著

农业出版社

中科院植物所图书馆
S0016047

內 容 提 要

本書共分四章，首先介紹了食用眞菌的概念及有关栽菇的理論基础；其次分別介紹了洋蘑菇的栽培技术；蘑菇各种菌种的制造工艺；平菇的栽培技术；并附有插图60余幅。在敍述蘑菇栽培农业技术方面都比較系統，側重理論与实际的結合。

本書适于食菌栽培工作者，蔬菜园艺工作者，人民公社干部，眞菌教学、研究人員及其他有关人員的参考。

蘑 菇 栽 培

沈阳农学院菇类菌种繁殖場編著

*

农业出版社出版

(北京西总布胡同 7 号)

北京市書刊出版业营业許可証出字第 106 号

新华書店上海发行所发行　各地新华書店經售

上海印刷学校印刷

*

787×1092 毫米 1/32 · 4 15/16 印張 · 115,000 字

1959 年 11 月第 1 版

1959 年 11 月上海第 1 次印刷

印数: 00,001— 4,100　定价: (9) 0.50 元

統一書号: 16144·762　59. 10. 京型

目 录

前言 ……………………………………………………………………(5)
緒論 ……………………………………………………………………(7)
第一章 食用眞菌学概論……………………………………………(10)
第一节 眞菌与食用眞菌的概念……………………………………(10)
第二节 食用眞菌的构造、分类地位及特征 ………………………(11)
第三节 食用眞菌的生长发育和繁殖………………………………(19)
第四节 食用眞菌的生理生态特性…………………………………(28)
第五节 食用眞菌的营养价值及其栽培……………………………(33)
第六节 我国食用菌資源的主要种类概况…………………………(36)
第二章 洋蘑菇的栽培 ……………………………………………(46)
第一节 洋蘑菇的营养价值、栽培历史和近况 ……………………(46)
第二节 洋蘑菇的形态特征、分类地位和生活史 …………………(48)
第三节 洋蘑菇的生物学特性………………………………………(52)
第四节 洋蘑菇的栽培法……………………………………………(58)
一、栽培場及其設备 …………………………………………………(59)
二、培养料及其調制…………………………………………………(69)
三、播种及播种前后的工作…………………………………………(80)
四、管理及采收 ………………………………………………………(87)
第五节 蘑菇的病虫害及其防治……………………………………(95)
第六节 蘑菇的貯藏和加工…………………………………………(108)
一、鮮藏………………………………………………………………(108)
二、杀菌貯藏 …………………………………………………………(110)
第三章 菌种的制造 ………………………………………………(112)

3448

第一节　母种的分离与培养……………………………………………………………………（112）
一、培养母种所需要的基本設备　……………………………………………………（112）
二、培养基种类与制作……………………………………………………………………（115）
三、母种的分离和培养……………………………………………………………………（117）
四、母种的貯藏和运送……………………………………………………………………（122）
第二节　原种和栽培种的培养……………………………………………………………（123）
一、培养原种和栽培种所用的培养基……………………………………………………（123）
二、原种的培养……………………………………………………………………………（126）
三、栽培种的培养…………………………………………………………………………（127）
第三节　野生菌絲体与分移菌絲体………………………………………………………（143）
一、野生菌絲体的采集……………………………………………………………………（143）
二、分移的菌絲体…………………………………………………………………………（144）
第四章　平菇的栽培法……………………………………………………………………（146）
第一节　平菇的形态及生物学特性………………………………………………………（147）
一、形态……………………………………………………………………………………（147）
二、生物学特性……………………………………………………………………………（151）
第二节　平菇栽培法　……………………………………………………………………（151）
一、鋸屑的选擇及培养料的組成…………………………………………………………（151）
二、培养料的裝瓶及灭菌　………………………………………………………………（152）
三、移种及栽培期間的日常管理…………………………………………………………（153）
四、平菇增产途徑的探討　………………………………………………………………（157）
主要参考文献………………………………………………………………………………（158）

前　言

从1958年我国农业生产大跃进以来，蘑菇栽培事业也有了很大的发展，尤其是在党提出“加强副食品生产、满足市場供应”的号召以后，蘑菇栽培受到了更为广泛的重視，許多人民公社、机关学校、农业場站、副食品供应或加工等部門，都在注意发展菌菇栽培。我們沈阳农学院菇类菌种繁殖場，是在院党委領导下，貫徹党的教育与生产劳动相結合的教育方針和进行技术革命、兴办工厂的过程中，由植物保护系师生共同努力創办起来的。建場一年以来，除为本院教学和科学研究服务之外，还代有关单位培养了不少蘑菇栽培技术干部。为期今后我国栽菇事业的不断跃进，迅速增加食菌的品种和扩大栽培的規模，滿足广大人民对食菌日益增长的需要，我們根据我場的实踐經驗和一些調查研究資料，并参考有关著作而写成本書，以供各地参考。

本書除介紹食用眞菌学的概念及有关栽菇的理論基础及菌种的制造外，着重介紹洋蘑菇和平菇的栽培方法。我們这样安排本書的內容和挑选这两种食菌的原因是：洋蘑菇是用腐烂有机質栽培得最广的腐生菌的典型代表；平菇是用鋸末栽培的食菌的代表，它們的营养、特性，各有其特点便于讀者举一反三，系統地掌握栽菇技术，并打下研究食菌和培育新品种的初步的理論基础。

本書的具体編写工作是由在我場勤工儉学的植物保护系

学生李庆孝、关广清、王崇仁集体編著的。初稿完成后，曾蒙植物病理教研組張际中教授、毕志树、刘維、朱有釭、傅淑云、陈其本五位老师及华致甫同志审閱，提出了許多宝貴意見；陈立君、朱秀庭二同学协助繪描插图，謹此致以深切謝意。

此稿我們虽然經过多次修改，但因水平有限、时間倉促、經驗不足，謬誤及不足之处，恐难避免，衷心希望讀者多多批評指正，以便再版时修訂。

沈阳农学院菇类菌种繁殖場

1959年6月

緒論

食用菌类是一种营养丰富的菜蔬，自古以来就是劳动人民喜爱的食品。远在我国周代"列子"一書中就有了"朽壤之上，有菌芝者"的記載；"吕氏春秋"上也談到"味之美者，越駱之菌"，可見早在周代就广泛地食用野生食菌了。

后魏賈思勰在他所著的"齐民要术"中，曾經記載了木耳菹的制法。木耳菹是木耳的加工品，这又不难看出，远在那时就已将木耳列为名貴的佳餚了。

又如香菇的人工栽培，更是我国劳动人民首創的。在700多年以前王禎的农書中(公元 1313 年)，曾有詳細的記載，这比西欧人工栽培洋蘑菇最早的法国至少要早 400 年以上。

在我国古代典籍中，記述和研究蕈菌的专著也极为丰富：例如宋代陈仁玉的菌譜(1250年)，明代潘之恒的广菌譜(1500年)，清代吳林的吳菌譜(1703 年)；特别是明代大医药学家李时珍(1578 年)对前人引用过的药用菌类，作了更为深入的記述和研究。由此可見，我国劳动人民对菌类的利用是比世界上任何国家都早的。

現在我国每年都在生产大量的蘑菇供应人民生活的需要：例如北方的黄蘑、口蘑，江西、安徽、福建、浙江等地的香菇，两广地区的草菇，四川、云南、广西、貴州的銀耳、木耳和竹蓀都是名聞海內，远近馳名的。

但在往昔，由于对蘑菇的发生发育不够了解，也产生不少

的神秘观念：有的人説"蘑菇是由于湿气蒸发而生"，庄子曾説过："朝菌不知晦朔"；宋代陈仁玉在其"菌譜"的序言中也講到"芝菌皆气茁也，灵华三秀，称瑞尙矣"。前者是观察到菌子的发生有些突如其来，不能理解；后者則把菌子的发生解释为瑞气所萌发，并視为吉祥之兆这都是不科学的。

我們知道，菌子也是一种植物，由于它們的个体一般都很微小，又不含有叶綠素，因而在植物分类学上又把它們叫做"眞菌"，蘑菇不过是眞菌中更为高等的种类。

蘑菇和其他高等植物一样，其发生发育都有一定規律，并且受着周圍环境条件的制約。它們有着自己特有的繁殖器官，它們所产生的"担子孢子"，其功用就相当于高等植物的种子。但因这种孢子很小，如果粗心大意就不容易发現，而蘑菇就是用这种孢子来繁殖的新个体。

在我們祖国的各地，从南岭到大小兴安岭，从天山崑崙山到东海岸，数不尽的高原山地和丘陵，到处都生长着各种各样的食菌，种类之多几如天上繁星，品質之优不亚山珍海味。古往今来，我国劳动人民在采集和利用这些菌子，栽培和研究这些菌子，积累了极为丰富的經驗，找到了許多的科学道理。但由于旧社会統治者的剝削和压迫，不但沒有把这些宝貴的經驗发揚光大，而且毫不重視的将其埋沒无聞。在今天，我們必須进一步来发掘这些宝貴遺产，用現代科学的先进成果来研究和整理它們，我們有党和毛主席的英明領导，我們堅信，这个工作一定是能够胜利完成的。

由于野生食菌的种类不同，生活习性也不相同：有的是腐生；有的是寄生和共生；尤其是寄生专化性强的菌类，目前还难于在人工培养料上进行栽培，因为它們在生活中需要某些一定的生育条件，現在尙未被人类掌握。但这并不能得出結

論説这类性質的蘑菇就根本不能人工栽培，由于科学发展是一日千里，由于人类对自然界秘密的不断了解，只要我們研究出这些野生菌种类生长发育所需要的条件，并給它們創造出这些必需的条件，那么，我們就一定能够进行人工栽培所有的野生食菌。偉大的自然改造者米丘林教导我們說“不要等待自然的恩賜，要向大自然索取”，这句話，我們是应当牢牢記住的。

我們的祖先有那么多輝煌的成就，我們今天則应作出比我們祖先更加多的工作，在这科学的黄金时代里，在我們偉大的党和毛主席的英明領导下，我們一定是无往不胜、无坚不摧，特别是在我国发展农业綱要四十条里，提到“在优先发展粮食生产的条件下，各地应当发展农业的多种經济，保証完成国家所規定的紡織原料、油料、糖料、茶叶、烤烟、果类、药材等項农作物的計划指标，还应当积极地发展其他一切有銷路的經济作物”，因此，就給我国的食菌栽培事业开辟了波瀾壮闊的前途。自工农业生产大跃进以来，各人民公社、机关学校、农林場站，都在更加注意发展这种收益很高的經济部門，这也說明了党的政策方針是我們办一切事业胜利的泉源。

我国不仅盛产各种野生食菌，就是洋蘑菇的栽培也正在蓬勃地发展起来。虽然如此，但对滿足我国各族人民的生活需要和出口換取外汇来加速我国社会主义建設的步伐还相差得很远。例如，上海市虽有数处在专业栽培蘑菇，規模也較巨大，但其产品 80% 用来加工制罐还滿足不了需要，这种客观形势的迫切需求，也要求我們生产出更多的蘑菇来，所以，我們必須在党的“鼓足干勁，力爭上游，多快好省地建設社会主义”总路綫的光輝照耀下，来大力生产这种宝貴的菜蔬。

第一章　食用眞菌学概論

第一节　眞菌与食用眞菌的概念

"眞菌"是植物的一类，其特点是大多数的菌体都較小，有的菌体只由单細胞构成（如酵母菌），而大多的菌体則由多細胞构成。眞菌都不含有叶綠素，不能进行光合作用制造营养物質，而必須依靠現成的有机物来进行生活，并且它們营养体都是由菌絲体构成的。在繁殖时，它們不但能用菌絲发育成新的个体，并且能由自己特有的繁殖器官——孢子，发芽生长发育出新的个体。因此，人們把凡是具有这些特征特性的植物（包括蘑菇在內）統称为"眞菌"，借以和其他菌类——細菌、放綫菌等相区别；也有人把眞菌叫作"霉菌"。总之，不难看出，眞菌只是菌类中的一类，是一种低等植物，在植物界中屬于眞菌植物門。

眞菌的种类是极其众多的。据各国眞菌学家的統計，眞菌的总数达 8 万余种之多，其中不仅包括着各种农作物病害的病原眞菌。例如：高粱、玉米和小麦上的黑穗病菌，水稻上的稻瘟菌和果树上的腐烂病菌等，并且还包括着很多具有个兒很大的子实体，可供人类食用的眞菌。通常我們把可供食用的眞菌，就叫做食用眞菌。例如：我們經常食用的木耳、銀耳和各种蘑菇，以及供医药用的各种眞菌如茯苓（*Poria coccos*）、馬勃（*Lasiosphaera Fenzlii* Reich）等都是可食的眞菌。由此可見，可食眞菌在整个眞菌中占有的比重是相当大

的，其牵涉的面也很广泛。以下仅簡单的介紹可供直接食用的，特别是可供日常生活中当做蔬菜来食用的眞菌，例如：各种蘑菇、食用牛肝菌和食用子囊菌等。关于有毒蕈和不可食蕈的叙述，限于我們的論題和篇幅，只好从略。

第二节　食用眞菌的构造、分类地位及特征

一、食用眞菌的基本构造

食用眞菌最基本的組成部分是菌絲体和子实体，菌絲体皆生长在地下，是着生子实体、幷供給子实体养分和水分的器官，而子实体則是我們人类食用的部分。

(一)菌絲　一般为絨毛状物，最初由孢子发芽生出芽管，芽管进行頂端生长，幷分枝发育而形成菌絲。食用眞菌的菌絲都是有隔膜的多細胞的管状体。菌絲互相錯綜联結便形成为菌絲体。菌絲体再互相纏絡結合便形成为各种菌絲組織。按其內部构造、形态可分以下几种：

1. 索状密絲組織　这种組織是由多数幷列的束状菌絲集合分枝、紧密排列而成。例如，各种蘑菇菌柄基部的根状菌索，就屬这种組織。这种菌索好象植物的根，能頂端生长。根状菌索外部致密，褐色，具有保护內部的功能，这叫皮層；內部疏松、色白，具有輸导养分和水分的功能，叫髓部。

2. 假薄壁組織　这种組織比索状密絲組織菌絲結合更为紧密，已形成为坚硬的組織，各細胞之大小几乎相同，頗与高等植物的薄壁組織类似，故称假薄壁組織。食用子囊菌的子实体和食用伞菌的菌盖、菌柄及菌褶，都是由这种組織构成的。

3. 疏絲組織　菌絲結合較前二种稍疏松，由較长形的細胞組成，其內富含肝糖的营养物質，常見于菌核、菌柄及菌盖

处。

(二)子实体　这是食用的主要部分，是由菌絲体結合交織为各种組織而形成的，其形状是多种多样的。例如：伞菌和牛肝菌的子实体为撑开的雨伞状；猴头菌的子实体为头状；扫帚菌的子实体为扫帚状；木耳和銀耳則为波浪状；而食用羊肚菌的子实体类似短鼓鎚状等。

在子实体上长有繁殖器官，如子囊和担子等。子囊是子囊菌所特有的繁殖器官，呈棍棒形或圓筒形，子囊內通常生有八个子囊孢子。子囊周圍有側絲，功用是保护子囊和吸水后形成膨压，促进子囊孢子的分散傳播(图 1)。

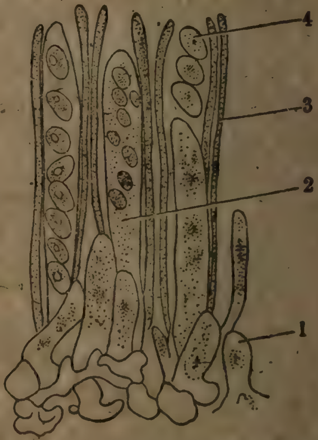


图 1　子囊菌子实層的一部分
1.幼嫩子囊；　2.成熟子囊；
3.側絲；　4.子囊孢子。

担子是着生担子孢子的器官，只有担子菌綱的菌类才有这种担子及担子孢子。每个担子上通常着生四个担子孢子，也有的种类为两个(如洋蘑菇)。食用伞菌的担子为单細胞，无分隔的圓筒形或短棍棒形，而木耳菌的担子是有横分隔的，将担子分为縱列的四胞；而銀耳菌的担子，則有縱分隔，成为四个管状細胞(图 2)。

着生担子的部位，称作“子实層体”。馬勃菌的子实層体是在子实体里面；牛肝菌的子实層体是多肉的管状；洋蘑菇和其他食用伞菌，如香菇〔*Lentinus shiitake*(P.Henn.)sing.〕、松菇(*Cortinellus edodes* P. Henn.)、大紅菇〔*Russula rubra* (Krom-

图 2　担子的形状

1.普通担子； 2.洋蘑菇担子； 3.木耳担子； 4.银耳担子。

b.) Bres〕等的子实層体是片状的。最原始的子实層体是平滑的，例如，扫帚菌就是如此。担子菌的子实層上除駢列密生担子之外，常混生囊状体、刚毛或側絲，借以保护担子。

二、食用眞菌的分类地位和特征

上面已經提到，眞菌的种类是非常众多的。眞菌学家們，根据眞菌的发生类緣、生活方式、有性和无性繁殖的方式、菌絲体有隔膜或无隔膜、子实体的生成过程等，把所有的眞菌，归納成四綱一类。即古生菌綱(Archimycetes)；藻菌綱(Phycomycetes)；子囊菌綱(Ascomycetes)；担子菌綱(Basidiomycetes)和半知菌类(Fungi Imperfecti)。古生菌綱，藻菌綱和半知菌类中的很多种眞菌，能引起农作物的多种病害，且沒有可食用的种类；而子囊菌綱和担子菌綱的眞菌中，除了也有許多病原眞菌外，还有着許許多多的种类是可食用的。因此，我們可以說，几乎全部食用眞菌都包括在这两个綱之中；尤以担子菌綱中拥有的食用种类最为丰富，而子囊菌綱則較少。

子囊菌綱的种类虽然很多，但可供食用的只限盘菌目(Discomycetes)中的几个屬：例如羊肚菌屬(Morchella)、馬鞍菌屬(Helvella.)及鐘菌屬(Verpa.)等，它們广泛地生长在气候潮湿、温暖、富含有机質的树林中。这一綱中的食菌，其特

征是菌絲体有隔膜，子实体为盘状的子囊盘，子囊盘上生子实層，子实層中长有子囊和側絲，子囊內通常产生八个子囊孢子，子囊孢子散落后，发芽而长成菌絲，可再发育成子实体。我們食用的就是这种巨大肉質的子实体。

这里首先值得提出的是羊肚菌(*Morchella esculenta*)子实体很大，肉質，直徑为3—8厘米不等，全体由一个菌柄和一个褐色、暗褐色或黄褐色蛋形的伞盖构成。子实層生在子实体的表面。子实体表面上生有凹陷的小坑。我国四川等地出产很多，是一种非常美味的食菌。

馬鞍菌屬中的食菌，則有馬鞍菌(*Helvella elastica*)，这种菌的子实体为馬鞍状，菌柄很长，子实層也是生长在子实体表面。馬鞍菌屬中的另一种食菌則是鹿花菌(*Gyromitra esculenta*)，其子实体伞盖部分为皺褶状，直徑5—10厘米。但必須指出，鹿花菌在新鮮时是很毒的，在晒干后或用开水煮洗后，則毒素就消散了，仍然可以食用。至于鐘菌屬的食菌，虽然也可食用，但子实体一般較小，如 *Verpa bohemica* 等(图3)。

图3 食用子囊菌的形态
1.羊肚菌；2.鹿花菌。

担子菌綱中，可供食用的种类是最多的，它們分屬于不同的目和科。本綱眞菌的特点是有性繁殖器官，都具有担子，在担子上产生担子孢子，一般食用的担子菌，基本上屬于以下几目。玆附檢索表如下：

1. 子实体伞状或掌状，伞盖具生各种类型的子實層体
  2. 子实層体为互相分离的菌褶……伞菌目(Agaricales)
  2. 子实層体形成小孔，小管或尖齿，甚至是平滑的
    3. 子实体木質或革質……多孔菌目(Polyporales)
    3. 子实体肉質或脆質……牛肝菌目(Botetales)
1. 子实体非伞状
  2. 子实体波浪状，耳状，脆質
    3. 担子縱分隔的……銀耳目(Tremellales)
    3. 担子横分隔的……木耳目(Auriculariales)
  2. 子实体球状，幼嫩时产孢組織白色、肉質；老熟时产孢組織形成深褐色粉状孢子团…………馬勃菌目(Lycoperales)
  2. 子实体笔状，有时頂端裂成网状或下垂的网状物，笔头部分常有腥臭粘物……鬼笔目(Phallales)

这里除了大家熟悉的木耳和銀耳外，人們食用的各种蘑菇，有不少种类是屬于牛肝菌目的，如美味牛肝菌 (*Boletus edulis* Bull ex Fr.)、黄皮牛肝菌[*Boletus luteus* (L) Fr.]等。牛肝菌目的絕大多数种类都是可食的，其蛋白質含量也相当高(見第五节)。牛肝菌中，只有少数种类能引起消化不良，但很少是有毒的。

鬼笔目中著名的食菌是竹荪 (*Dictyphora indusiata*) (Vert.) Desv. 这类菌的子实体为笔状，在我国盛产于南方各省的竹林中，种类也很多，是极名貴的食菌。

多孔菌中的食菌，例如，鳞多孔菌 (*Polyporus squamosus* Fr.)，菌盖 20—25 厘米，半圓形或腎脏形。菌盖黄色，具

有褐色鳞片。菌盖下边有褐色側生的菌柄，生长在活的或死的柞树上和柳树上，只在新鲜时，可采集食用。总之，这一目中，可食用的种类較为少見。

最后要着重提一提伞菌目，这一目蕈菌共有12,000多种，除掉其中的各种毒蕈和子实体甚小的或非肉質的种类外，有很多种类都是可食的，这一目是我們食用担子菌的最重要来源。本目食菌在形态上的主要特征是整个子实体由菌盖和菌柄构成为雨伞状。菌盖有半圓形、圓錐形、漏斗形、圓筒形、中心凹形和平頂形等(图5)。菌柄中生、偏生或側生。有些种类在菌盖沒展开时，菌盖的边緣与菌褶的下部有一層薄膜联接，謂之“菌幕”。以后随菌盖的开展，其一部分形成环状殘存于菌柄上，称为“菌环”。菌盖下面生出的放射状薄片叫“菌褶”。菌褶一般互相分离，或其基部联接为网状或叉状分歧；也有些种类的伞菌在菌柄基部生有膨大的菌托，有的則生脚苞(图4)。但必須指出，除毒蕈外，多数的食用伞菌，一般都不具有菌托或脚苞，但也有例外的种类，如草菇等。

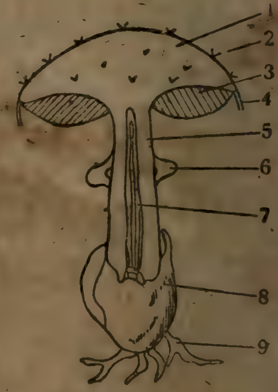


图4 伞菌的模式图

1.菌盖 2.鳞片； 3.菌褶； 4.菌幕； 5.菌柄； 6.菌环； 7.菌髓； 8.脚苞(或菌托)； 9.假根。

伞菌中有些种类（尤其是有毒蕈），在菌盖和菌柄的密絲組織中，貫穿生有乳管。乳管內含有各色乳汁，当受伤时，乳汁則流溢而出，例如松乳菌。但也有些种类虽然有乳管，而乳管里不含有乳汁，例如紅菇等。

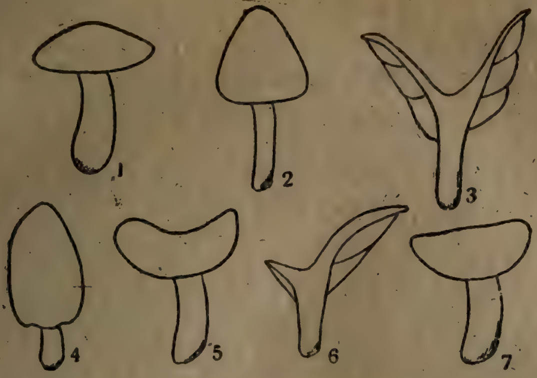


图5　伞菌菌盖的形状
1.半圆形；2.圆锥形；3.漏斗形；4.圆筒形；
5.中心凹形；6.角形；7.平顶形。

菌褶是担子孢子着生的地方。按菌褶着生的状况，可分为离生（菌柄与菌褶不連接）、直生（菌柄与菌褶直接連接）、垂生（菌柄与菌褶相連，并向下延长）、悬生（菌柄与菌褶相連，并呈吊籠状）、弯生（菌柄与菌褶相連，但有一个弯曲）等。菌褶着生的状况和前面提到的菌盖的形状一样，都是分类时鉴定各种蘑菇的根据（图6）。

图6　菌褶着生的状况模式图
1.离生；2.直生；3.垂生；4.悬生；5.弯生。

担子孢子的形状，也是多种多样的。有球形、椭圓形、或多角形等。担子孢子的表面，有的光滑，有的則生有小疣或网紋等。担子孢子的颜色有黑色、褐色、紫色、白色等。又因为这些孢子很均匀的着生在各片菌褶的担子上，当其自然降落到白紙或黑紙上以后，能够形成輻射状的各色“孢子紋”，或叫“孢子堆”。这些特征也是分类学上鉴定各种蘑菇的依据。

为了便于認識野生食用菌，下面仅将伞菌目伞菌科中，我国常見的几个主要屬検索于下，以供采集和鉴定时参考。

甲、子实体肉質坚实，为絲状菌絲和囊状菌絲組成，子实內分散有乳管

一、子实体內含有白色或其他颜色（橙紅、紅、綠等）的乳汁，破伤后流溢而出……乳菇屬（Lactarius）

二、子实体內虽有乳管，但不分泌乳汁……紅菇屬（Russula）

乙、子实体肉質、革質或半革質甚至蜡質，非囊状菌絲細胞組成，沒有乳管

一、孢子紋白色

（一）子实体坚韌蜡質状，无菌环

1. 菌褶与菌盖联接处漸肥厚，孢子光滑……………………………………………………草帽菌屬（Hygrophorus）

2. 菌褶垂生或稍垂生，孢子有密疣或刺状疣…………………………………………………假陡头屬（Lacca ria）

（二）子实体非坚韌蜡質状但有时部分革質韌性，无菌环或有菌环

1. 无菌环，无脚苞

(1)菌柄側生、偏生或間有中生或全无菌柄

A. 菌褶无鋸齿状边緣……北风菌屬（Pleurotus）

B. 菌褶有鋸齿状边緣……香菇屬（Lentinus）

(2)菌柄只为中生

A. 菌柄肉質

(A)菌褶边緣缺刻状弯生向内凹陷……………………口蘑屬(Tricholoma)

(B)菌褶垂生隔生……陡头屬(Clytocybe)

B. 菌柄下部革質韌性,菌褶不规則,离生或稍直生………………………………………金錢菌屬(Collybia)

2. 无菌环,有脚苞……………拟鵝膏菌屬(Amanitopsis)

3. 有菌环

(1)有脚苞……………………………鵝膏菌屬(Amanita)

(2)无脚苞

A. 菌褶垂生,菌环通常膜質,菌盖表面光滑或有疏松鱗片…………………………蜜环菌屬(Armillaria)

B. 菌褶隔生或离生,菌盖表面常复有鱗片,具可移动的菌环……………………………小伞菌屬(Lepiota)

二、孢子紋紅色,有脚苞而无菌环………苞脚菇屬(Volvaria)

三、孢子紋褐色

(一)子实体上有蛛絲状复盖物,菌柄上有大小不同的絲状菌环…………………………………絲膜菌屬(Cortinarius)

(二)菌柄上有膜状菌环…………………鱗耳菌屬(Pholiota)

四、孢子紋紫色、暗褐色、带紫褐色,但不为烟黑色

(一)菌肉肥厚,菌褶离生,有菌环…………………………………………………………环伞菌屬(Psalliota)

(二)菌肉不肥厚,菌褶弯生或直生,无菌环…………………………………………………………栗菌屬(Hypholoma)

五、孢子紋烟黑色,菌肉較薄,成熟时迅速自体溶解,最后变成墨汁状液体…………………………鬼伞菌屬(Coprinus)

第三节 食用眞菌的生长发育和繁殖

一、生长发育

前面已經提到,食用菌的菌体是由两部分构成的:一是地

下部分(或基質內部)的菌絲体；一是地上部分(或基質外部)的子实体。只有在地下部分(或基質內部)的菌絲体，充分生长发育后，才能进一步在其上形成子实体。以担子菌为例，其生长发育，基本上可分为两个时期。

（一）菌絲体时期　首先是由担孢子在适宜的温度、湿度、酸碱度(pH 値)和光綫的作用下进行发芽，形成芽管以后发育为菌絲。由担孢子发芽形成的这种菌絲是单倍核的，所以又叫一次菌絲或初生菌絲。一次菌絲經同宗結合或异宗結合后，变成为双核的菌絲，叫二次菌絲。二次菌絲进一步分化发育，再由菌絲交錯結合形成为致密的密絲組織，这便是三次菌絲体。三次菌絲体，每細胞也是含有二个胞核，且多发育成根状菌索。从一次菌絲生长发育成三次菌絲，需要一段相当长的时間。在此期間內，菌絲体不仅在长度上增加，并且生出大量分枝而向土壤或其他营养基質中分布蔓延，从而得以吸收大量的营养物質到菌絲体里，为进一步发育成子实体作好准备。这种三次菌絲体，普通不能独立生活，其养分来源須賴二次菌絲体供給。但三次菌絲具有輸导养分的功用，并能随外界环境条件的变化，可发育成为子实体，——例如蘑菇等。我們人工栽培蘑菇时，蘑菇的子实体就是在这种菌絲体上形成的。

（二）子实体时期　子实体形成的初期，为菌絲体局部膨大，而成为許多小瘤状的菌蕾，或叫子实体原胚。此后，营养物質则大量地向菌蕾中輸送。菌蕾中的菌絲細胞也迅速分裂增殖，使体积逐渐增大，并不断分化发育，形成菌柄和菌盖的雛形。在菌盖下方也逐渐分化出菌褶，菌褶上形成子实層。这时菌盖和菌柄的生长速度几乎一致，或者菌盖生长較快些，从而使子实体迅速增大。但也有的种类，后期时菌柄生长放慢，而菌盖的生长加速，例如平菇等。

从菌蕾形成到子实体成熟，这一段时間里生长得非常迅速，特别是当外界环境条件中的温、湿度适宜和营养供給丰富时，一般只要 1—2 周即行长成，有的則更快。但当环境条件不适时；尤其是湿度不够，幼小的菌蕾，可保持相当長久的时間而不長大。一旦遇到雨后湿度增高时，則迅速长大而伸出地面。这种現象在夏季或秋季雨后最为常見。所以人們多認为下雨天要出蘑菇，就是这个道理。

关于子实体形成的原因，以及菌絲体发育到何时开始形成子实体，現在还沒有全部研究清楚。有人說是菌絲体发育到一定的生理阶段之后，就开始形成子实体；有人說菌絲体受到一定的外界环境条件影响（如低温，营养缺乏等）就形成为子实体；也有人說是由于菌絲体受到一种“生理冲动”之后，而形成子实体。由此可見，其原因是非常錯綜复杂的，我們認为可能与外界环境条件的关系較大，但这一問題，还有待于今后大家进一步的研究（图 7）。

图 7 洋蘑菇子实体发育过程——从菌蕾到开伞
（Курсанов 原图）

子囊菌的生长发育与担子菌相似，也是先由子囊孢子发芽长出单倍核的菌絲，菌絲再分枝生长，分化发育成菌絲体，以后則在菌絲体上形成子实体。所以食用子囊菌的子实体和其他非食用的子囊菌一样，其子实体永远是由单倍核菌絲体的菌絲而构成的；而担子菌則与此不同，担子菌的子实体永远是由双核菌絲体的菌絲紧密交織而形成的。

最后也应該提到，由于眞菌都沒有眞正的生长組織，所以完全要靠菌絲頂端部分的細胞来进行生长，并不断的生成分枝。由菌絲体互相結合交織而形成的各种菌絲組織，与高等植物的各种組織不同。所以我們把它們叫做拟組織或叫假組織。

在輸导养分方面，虽然三次菌絲体具有輸导养分的功能，但它們并不具有导管組織。因此，水分及溶在水中的营养物質，是沿着菌絲周边細胞的小孔而輸送的。

二、繁 殖

食用眞菌的繁殖也是分为无性繁殖(或称营养繁殖)和有性繁殖两种。但无性繁殖，在自然条件下，无論对食用子囊菌和食用担子菌来說，都是很次要的；而有性繁殖則是食用眞菌繁殖的最主要方式。

(一)无性繁殖(或称营养繁殖) 食用眞菌的无性繁殖器官，有的种类根本沒有或极不发达。一般可分为分生孢子、粉孢子、菌核、根状菌索及菌体組織塊等。在生产实踐中，只有后两种較为主要。

1. 粉孢子与分生孢子　这种繁殖方式一般情况下并不发生，例如，构菌［*Collybia velutipes* (Curt.) Quel］只在人工培养基上，有时可見在菌絲上产生有粉孢子。此外有人报导，在

北风菌屬內的某些种类，例如皮北风菌（*Pleurotus corticatus* Fr.）和光北风菌（*P. pinsitus* Fr.）等种內，則可以形成分生孢子。

2. 菌核　菌核是由菌絲体紧密結合交織而形成的球状或顆粒状体。菌核的外表常被以淡色或褐色等的皮層，借以保护內部。菌核內部的菌絲为白色，排列得非常整齐，且貯藏有丰富的营养物質。所以这种菌核非常耐久，抵抗外界环境条件变化的能力亦强，可在土壤中保存很多年。菌核經过休眠后，遇到适宜的条件就再产生新的子实体，如在鬼伞屬（coprinus）中及杯形香菇（*Lentinus cyathus*）等都时常形成菌核。而在葯用眞菌中，則生成更大的菌核，重量由3—4斤至20—30斤一个。常見的，例如，茯苓（*Poria coccos*）和猪苓（*Polyporus umbellatus*）等。

3. 根状菌索　前面已經提过，根状菌索是由索状密絲組織构成的。它們不仅具有輸导水分养分的功能，并且能随着其生长伸长，进一步分化发育成子实体。根状菌索一般为假根状或繩索状，生在子实体下部及营养基質中。在野生食菌中，以蜜环菌屬（Armillaria）的根状菌索最为著名，其长度可达数米，随处皆可生出新的子实体（图 8）。

4. 菌体組織塊　由于食用担子菌的子实体都是由双核菌絲紧密交織而成的，所以将菌体任何一部分割下来，其菌絲都可繼續生长而生出新的菌絲体，这种菌絲体进一步培养也可以形成新的子实体——蘑菇。在生产实践中，經常用这种菌体組織塊来培养菌絲，这便是所称的“組織分离培养法”。无論是洋蘑菇或其他种类的蘑菇，都可以采用这种方法来进行繁殖。用菌体組織塊繁殖所生出的菌絲体完全是双核的菌絲体，这种菌絲体不再需要任何結合过程（同宗或异宗結合）都

图8 蜜环菌(Armillaria.)的根状菌索及子实体
1.根状菌索; 2.子实体; 3.菌蕾。

能够进一步生长发育形成子实体。

(二)有性繁殖 食用子囊菌的有性繁殖也是产生子囊，每个子囊内，通常产生8个子囊孢子。其子囊的形成，是在菌絲上生出产囊体与雄器，經受精作用而形成。产囊体生于菌絲的頂端，膨大为球形，内含多数的单倍核，其上部突出一管称受精絲，管下生有隔膜与产囊体隔絕。雄器中有多数单倍核，由着生产囊体的同株菌絲分枝，或异株菌絲頂端生出。雄器細长形，与产囊体接触后，两細胞壁溶解成孔，受精絲中原有的細胞核消失，雄器中的多数雄核移入其中。此时，受精絲与产囊体間之隔膜亦溶解消失，雄核进入产囊体中，并与雌核相配成对，但不結合。此后，产囊体表面生出許多管状的造囊絲，雌雄核成对的移入造囊絲中。造囊絲的頂端細胞形成子囊母細胞，其中的成对胞核，这时才結合。以后，經減数分裂一次后，再进行普通分裂一次，即生成8个子囊孢子。由于造

囊絲一次生成很多，所以在一个子实体上，生成多数子囊。子囊呈栅栏状排列其上，这称为子实層。子囊間，有不孕性的側絲保护。

子囊中的子囊孢子成熟放射出来后，温湿度合适，就发芽生成菌絲和菌絲体。菌絲体再分化发育，生出雄器和产囊体，經受精作用后，又产生新的子囊及子囊孢子。这便是食用子囊菌的生活史。一个子囊菌的子实体上生出的子囊孢子，数量是非常巨大的。子囊菌则利用这些孢子来进行不断的繁殖，不断的产生新个体。

食用担子菌的有性繁殖，是产生担子孢子。担子孢子皆着生在担子頂端的担子柄上。担子菌的有性过程是很退化的，它們并不象子囊菌那样，产生雄器和产囊体，因之沒有固定的受精器官，主要是靠菌絲細胞的結合，来进行世代交替。菌絲細胞結合的方式，可分为同宗結合与异宗結合。

同宗結合　例如洋蘑菇（*Psalliota campestris* Fr.）和构菌及多种鬼伞菌（*Coprinus spp.*），其子实体的产生，不需要經过两个不同性的担子孢子的菌絲結合，而只要經过本体細胞間的互相結合生出双核菌絲后，就可以形成子实体——即蘑菇。这种現象叫做同宗配合。

异宗結合　野生的洋蘑菇（例如田野蘑菇 *Psalliota arvensis* Fr.、林蘑菇 *Psalliota silvestris* Fr.等）和其他多种担子菌，其子实体的产生，需不同性的两个担子孢子发芽长出的不同性的单倍核菌絲（正性与負性）相結合之后，形成二倍体菌絲，然后才能产生子实体（参考图10）。

异宗結合的担子菌，其担子孢子所产生的单倍核菌絲或叫一次菌絲，可以是正性的或負性的，其性别随担子孢子本身的性别而定。这种单倍核菌絲一直是不孕性的，始終不产生

子实体。但使这单倍核菌絲与不同性的另一单倍核菌絲相接触，就結合产生二倍核菌絲，并能产生子实体和子实層。由此可見，二倍核菌絲，是由两个不同性的单倍核菌絲結合所产生的。其性的結合是两个单倍核細胞結合，这时产生一个小管将两細胞沟通，胞核經小管自一个細胞移入另一个細胞中。异宗結合的現象告訴我們，为了培育出最合乎人类需要的食用担子菌，可以用不同种与品种的蘑菇菌絲之間的杂交来达到。

无論是同宗結合或异宗結合，它們皆是細胞質結合，而胞核并不結合，只是紧靠的排列成对。这样对排的胞核，叫做偶对胞核。当偶对胞核分裂时，它們彼此同时分裂，形成一对一对的子胞核。这些子胞核，一对被包圍在一个細胞里；另一对被包圍在另一个細胞里。因此，每一个細胞里都具有二个核。这些偶对胞核繼續不断的分裂，結果形成大量的新細胞，使菌絲体迅速地生长发育。

具有二倍核的菌絲，又叫二次菌絲体或次生菌絲体，与一次菌絲体在外观上无任何差异，只是細胞內胞核分裂生长时，产生鎖状連合的現象，且每个細胞內含有二个核。鎖状連合即是将要进行分裂的菌絲細胞，在其两胞核的中央部横生咀状突起，然后其中的一个胞核移动到咀状突起中，其余的一个胞核殘留于生突起的基部。于是两个胞核同时分裂，咀状突起中的胞核分裂时，其紡錘絲与咀状突起的方向一致；殘留于咀状突起基部的胞核，其紡錘絲与菌絲細胞的縱方向相同。这样所分裂出的四个細胞随即各自分离。在突起基部所分裂的胞核中的一个留于突起中；另一个向菌絲細胞的頂端移动。在菌絲細胞中分裂的其他两个胞核当中的一个向菌絲細胞的基部移动后，在咀状突起的基部逐生出隔膜，而分成为頂端細

胞与基部細胞。咀状突起则与基部細胞愈合，其中的胞核也移动到基部細胞，最后頂端細胞与基部細胞仍各含有两个胞核。鎖状連合現象在生長中不止一次的发生，而使菌絲体細胞数目也不断增加(图9)。現在已經了解的是鎖状連合，可帮助原生質流和食物自一个細胞流到另一个細胞内。

具有二倍核的菌絲体再行分化发育、結合成为致密的密絲組織，形成为三次菌絲体，并在其上发育成为子实体。二次菌絲体的鎖状連合現象，并非在所有的担子菌中皆有。例如，

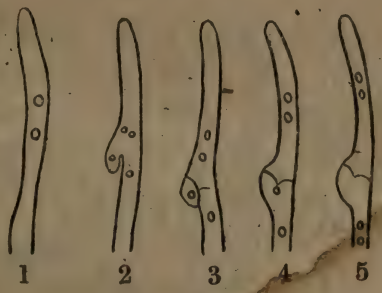


图9 鎖状連合过程

1.未分裂的双核；2.咀状突起形成，双核同时分裂；3.分裂完毕中間形成隔膜；4—5.咀状突起間的隔膜溶解，咀状突起与基部細胞愈合，于是成为两个細胞。

蜜环菌(*Armillaria mellea*)等，其菌絲体細胞虽然也是双核的，但却不发生鎖状連合現象。就是在同一菌絲体上，鎖状連合的发生情况变化也很大，而且受环境条件所制約。一次菌絲体与二次菌絲体相同，都能够形成粉孢子，分生孢子等；而三次菌絲体除形成子实体外，一般则不形成无性繁殖器官。

担子菌的异宗結合現象，是非常普遍的。这个現象在食用担子菌的栽培中极为重要，因为在应用单孢子发芽，培养母种菌絲体时，单性体的孢子发芽长出的菌絲，不經过上述的异宗配合而形成二倍核菌絲，就永远产生不出子实体来。

子实体上成熟的双核菌絲，产生1—4个細胞的担子(前者如蘑菇，后者如木耳銀耳等)，新生的担子也是双核的。当

担子增大时，那两个延迟很久沒有結合的一对偶对胞核互相結合，形成結合核，后进行减数分裂，产生 2—4 个胞核。产生四个时，每两个同一性别。其后在担子的頂端，长出一个細长的突出物，称担孢子梗。在梗上着生担子孢子(图10)。

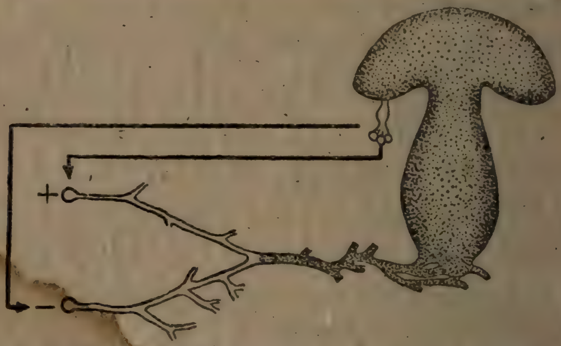


图 10 异宗結合的蘑菇生活史图解(Курсанов 原图)

成熟的担子孢子，再发芽长出一次菌絲，經过同宗結合或异宗結合，变成二倍核的二次菌絲，再进而发育成为新的子实体，子实体上又生出新的担子孢子，这便是食用担子菌的生活史。在天然条件下，蘑菇通常是用担子孢子来繁殖的，并以菌絲体在基質中越冬。有的菌絲体则为多年生，能够連年的产生蘑菇。

第四节 食用眞菌的生理生态特性

一、生理特性

和所有高等植物一样，各种食用菌在生活时也需要多种多样的营养物質，其子实体含水量都很高，一般含水 80—90%，而孢子含水量較低，約为 40—50% 左右。食用菌的干

物質主要是由糖类、蛋白質及少量的脂肪組成，灰分一般則很少，其中大部分为磷、鉀的盐类。磷的含量較多，磷对糖类的分解有密切关系；鉀对生长影响很大，且对促进孢子的形成也很重要。其他如鎂、鈣、硫、鈉等也含有一定数量；微量元素如銅、鋅、鉄等，对它們也是不可缺少的。

前面已經提过，眞菌皆为异养植物，其养料須賴于現成的，食用菌也是如此。它們的菌絲細胞表面，被有一層胞壁，依靠这層胞壁的滲透性来吸收可溶性的养料。因此，生长在培养料或土壤中的菌絲，必須先把所需的营养物質，轉变为可溶性之后才能够吸收。这种轉变过程，主要是通过自体所产生的各种酶来完成的，蛋白質分解酶，半纖維素分解酶，纖維素分解酶等，在多种食用眞菌中是非常活跃的。此外，由于菌絲体的繁茂，它們就能够利用自己巨大的表面积，从基質中吸取大量的水分和养料，来組成自己的身体和进行繁殖。由此可見，菌絲体在眞菌的生活中是非常重要的，它們既是吸收养分和水分器官，又是輸送养分和水分的徑路。

因食用眞菌的种类不同，攝取营养的方式也不一样，簡略可分为寄生、腐生和共生三种。

1. 寄生性食菌是完全寄生在活着的寄主上，从活着的寄主細胞中吸取养分，这类的食用菌数目极少，且多为引起木材腐朽的腐朽菌。其中可食用的种类有蜜环菌(*Armillaria mellea*)等。

2. 腐生性食菌，是生活在植物尸体或无生活力的有机物質上，从正在分解的或死的植物上吸取养分，但沒有侵害活植物体的能力。这一类的食用菌，种类最为繁多，它們通常是生活在土壤上，腐朽的树木上与树皮上，腐烂的落叶上，粪堆上与垃圾堆上等处。例如，长在朽木上的木耳、香菇以及长在腐

烂有机質上的洋蘑菇、草菇、食用羊肚菌及其他食用伞菌等都屬此类。

3. 共生性食菌中最著名的是菌根菌，大多数森林蘑菇屬于这种菌根菌，它們与高等植物的树木共生。这时蘑菇由树木的根吸取有机物質——主要是不含氮的有机物質；高等植物由此沒有受到危害。相反，菌根菌能扩大共生树木根的吸收面积，改善营养元素及水分对于树木的供应，而且菌根菌枯死消解后的游离氮又能肥化土壤，因而有利于树木的生育。

共生性食菌的代表，可举松林中的松蕈(*Cortinellus edodes* P. Henn.)和牛肝菌(*Boletus spp.*)，它們都和高等植物中的松树、櫟树等的根建立有共生关系，产生了菌根結构进行共生生活。菌根菌的菌絲体，缺少了高等植物的根，就不能形成子实体。按照这个道理，山林中野生的共生性食菌，以在自然条件下繁殖才最为合适。对于这类共生性食菌，如果我們能在山林中加以人工的措施，創造出它們所需要的外界环境条件——天然栽培場，也会取得很好的效果。日本曾經有人报导，对蜜环菌屬中的一种松菌(*Armillaria Matsutake* Ito et Imai.)，进行着人工栽培。最簡单的方法是把細粒的河沙洗淨，放入小木箱中弄平，然后把采到的野生松蕈子实体插在沙中，俟其孢子降落后将沙攪拌，使各粒沙上都能沾上几粒孢子，然后再将这种带有孢子的河沙，撒入赤松林中一定的人工栽培地段內，取得了很好的效果。

二、生态特性

在生态方面，食用菌通常皆喜欢温暖湿潤的气候与肥沃的营养基質，这样不仅利于营养物質的吸收与运送，也利于其子实体的形成。因此，在地理分布上，以温带而多雨水的各国

所产生的食用菌菇种类最多。

食用菌的結实，一般都是有周期性的，其子实体的生长，主要是决定于温度、湿度和养分。在每个周期的开始，产生子实体的数量不断增加，一当达到最高潮之后，则需再隔一个阶段之后，才重新产生子实体，影响周期性长短的主要因素是养分和水分。

光綫对食用菌也有着重要的作用。大多数的伞菌在具有散射光的条件下发育得較好，而强光或黑暗，一般来說，对子实体的形成都是不利的。但也有例外，例如洋蘑菇在完全黑暗中，也能正常的形成子实体；而对平菇来說，黑暗能显著抑制菌絲体的生长发育。曾經有人証明，光是形成菌盖的条件(Buller，1905.)。例如，把美丽香菇(*Lentinus lepideus* Fr.)放在黑暗中生活，則始終不能生成菌盖。而蜜环菌的菌絲体在某种培养基中，保持散光状态，在18—22°C条件下，要經3—4个月才能产生子实体。

不同种类的食菌对温度的要求是不同的；而同一种食菌在其发育的不同时期，例如菌絲体的生长期，子实体的形成期所要求的最适温度也不相同。洋蘑菇的菌絲体在25°C左右的温度下生长最快，而其子实体形成时則需要較低一些的温度。它虽然在7—25°C間都可产生，但以12—16°C左右为最适；高于25°C以上，則不利于子实体形成。而草菇所需要的温度則較高，以28—33°C之間出菇最盛，如草堆温度降至24°C以下，則子实体将停止产生。

在較寒冷的地方，菌絲体能抵御严寒而渡过冬季，翌年繼續生长发育出新的子实体的情况，于木耳、香菇及在地面上形成"仙人环"(俗叫魔圈)的伞菌中很为常見。

湿度的大小，也是一个非常重要的因素。一般来講，大多

数的食用菌，都是在較高的湿度条件下发育良好。但若湿度过高而造成氧气不足时，則使呼吸作用和其他新陈代謝过程受到严重影响，甚至造成萎凋死亡。在自然条件，野生的各种食用菌，多在温暖多湿的雨季发生，也是因为这时的湿度最为适宜的緣故。腐生在木材上的各种食菌，在木材含水量为30—70％之間，生长发育最好。但在含水量于20—150％之間皆可发育。

至于大气中的湿度，就絕大多数食用菌来說，通常以80—95％为最适；过高則造成氧气不足。

最后来提一提食用眞菌的营养。虽然各种食用菌的营养方式不同，有的为寄生，有的腐生和共生。但它們皆与糖、淀粉、纖維素、半纖維素与木質素有着非常密切的关系。其中尤以纖維素和木質素的功能最大，特别是生长在朽木上的食用菌尤复如此。食用菌的主要氮源是基質中的有机态氮化物，而无机态氮化物并不十分重要，如在栽培时向培养料加入过多的无机态氮盐肥料，則能显著降低子实体的产量。在自然条件下，食用菌多生长在陈年的垃圾堆上，森林中的殘枝落叶中，以及各种朽木上，也說明这些处所的营养条件最适于它們生长的緣故。在洋蘑菇的人工栽培中，广泛应用着馬粪和禾本科植物藁稈（麦类、稻等的茎稈）的混合培养料，也是因为这种培养料能够充分滿足洋蘑菇在生长发育中所需要的碳素和氮素营养的緣故。

此外，也有人証明：某些食用菌在生长发育中，需要不同种类的維生素，例如酵母活素（$C_{11}H_{18}O_3N_2$）。这种物質形成于植物的組織中，溶解于水后，在很稀薄的濃度下，就能够刺激眞菌生长和进行繁殖；特别是担孢子的发芽，常与各种維生素有着密切的关系。

第五节　食用真菌的营养价值及其栽培

食用真菌的种类很多，每一种的营养价值也都較高。經科学分析証明：蛋白質的含量，一般皆占干物重的30—40%；而糖类占10—15%；其余則为灰分和大量的水分。且不同种类的食菌，都有各自的独特风味，这都为其他蔬菜所不及。例如田野蘑菇，具有很濃的香味；辣味乳菇〔*Lactarius piperatus* (Scop)Fr.〕具有辣味；而平菇〔*Pleurotus ostreatus* (Jacq) Fr.〕則具有鮑魚的味道；而鷄油菌(*Cantharellus spp.*)則具有水果的气味等。

利用各种食用菌，不仅能作出独立的菜餚，并且也是各种肉类(牛肉、羊肉、猪肉等)和其他菜类最好的調料，从而大大增加公共食堂及家庭日常生活中菜譜的花样，提高食欲和促进体魄的健康。食用菌所含有的蛋白質几乎比各种蔬菜都高；而糖类主要是在菌柄与菌伞中含有肝糖以及蔗糖，但不含有淀粉。而脂肪和脂肪酸主要是分布在子实層里。

尤其重要的是各类食用菌都含有不同种类的維生素：例如，在洋蘑菇子实体里，維生素A.B.C.D(或称甲、乙、丙、丁)全都含有；而在另一些种类中，还发現有烟碱酸和抗糙皮病的維素PP等。但也有的种类只含有1—2种維生素，例如，蜜环菌和鷄油菌，含有維生素A；草菇的子实体里含有維生素C等。此外，在香菇的子实体里还含有一般蔬菜所缺乏的麦角甾醇，这种物質被人体吸收后，受阳光的照射之后能轉变为維生素D，这种維生素D，对于增强人体抵抗疾病的能力上，起着很大的作用。

不同种类食用菌本身的营养价值固然不同，但人們的看

法也是不一致的。有人把它們看成和肉类一样；也有人把它們看成和一般蔬菜差不多。玆引証下表加以說明。

表 1 蘑菇和其他菜蔬的营养价值

（根据别洛捷洛夫及伊麦里揚諾夫的材料）

种类	每百克中含量			发热卡数
	蛋白質	脂肪	糖类	
洋蘑菇粉	45.0	3.8	20.9	192
美味牛肝菌粉	42.5	12.2	19.4	227
新鮮洋蘑菇	6.4	0.54	3.0	27.4
綠豆	4.74	0.3	10.44	65.4
牛奶	0.6	0.2	5.7	27
白球甘藍	0.1	0.15	4.14	19.5
番茄	0.4	—	2.19	14
馬鈴薯	1.1	0.1	14	65
白面面包	8.0	0.4	45	226
普通牛肉	16.0	3.3	—	95
鷄蛋	12.0	11.5	0.5	190
猪肉	1.0	82.0	—	710

由上表中，可見洋蘑菇和美味牛肝菌的蛋白質含量是非常丰富的，几乎高于所有蔬菜和豆类的很多倍。除蛋白質外，蘑菇还含有其他含氮物質，如氨基酸、醯胺态氮化物与氨态氮等。此外，在評定蘑菇的营养的营养价值时，不仅要看蛋白質的含量，还要看它所含蛋白質的可消化率。例如构菌，含蛋白質 8.87%，但可消化的蛋白質却极少；而洋蘑菇的蛋白質可消化率一般則为 50%。蛋白質所以不能全部消化是因为在各

种食菌的細胞壁中含有不能被人所消化的几丁質的緣故。不同蘑菇蛋白質的可消化率如下表。

表 2 蘑菇蛋白質的可消化率
(据 Морнеру)

蘑菇种类	总氮量	以总氮量为 100			以干物重为 100	
		可溶性氮	不溶性氮	浸出性氮	蛋白質总量	可消化蛋白質
洋蘑菇	7.38	49.3	16	35.9	35.9	16.7
美味牛肝菌*	3.3	53.3	26.3	15.8	15.8	6.3
疣状牛肝菌**	2.19	45.2	26.5	17.0	17.0	9.6
黄皮牛肝菌***	2.51	27.8	30	10.0	10.0	3.8

*белый гриб;**подберезовик;***Масленок。

关于各种食用眞菌的栽培,在我国与世界上其他国家,如苏联、匈牙利、英国、法国等,都在广泛地进行着,它們成了日用蔬菜的一种重要来源。但目前看来,我国及其他国家所栽培的食菌,还多限于腐生性食菌,如香菇、洋蘑菇、木耳、草菇等。今后还应当对共生性的食用菌和其他野生食菌加以深入研究,寻找出其发生发展的規律,这样就可能在山林中大面积的場地上进行露天栽培,获致更大的經济收益。在我国广大面积的針叶林、闊叶林及混交林中,迅速发展共生性食菌和其他野生食菌的栽培,必将带来极为可观的效果。

食用子囊菌的栽培方面,对羊肚菌与鹿花菌在国外文献中也有成功的报导。所用的方法是将子实体分劈成小塊进行播种,或将带有孢子的菌盖放入清水中作成孢子悬浮液,澆洒到土壤上或者播种带有菌絲体的土团。播种之后,要作成畦壠,并要用森林的各种腐植質和樅树枝进行复盖,并且要防止畦壠上长出杂草。在第二年春天,就长出大量的羊肚菌和鹿花菌。利用这种方法曾有人在 9 平方米的面积上,收获了

13—14 公斤的子实体。現在已經查明，羊肚菌的某些种类，最喜欢在火燒迹地上发生。在畦壠上的森林腐植質，是促进羊肚菌和鹿花菌发育不可缺少的因素。我国西南地区，大量分布着这种羊肚菌。至于各种最名貴食菌如猴头（*Hydium spp.*）等的人工栽培，更是急待研究解决的重要課題。

第六节 我国食用菌資源的主要种类概况

在我們偉大祖国辽闊的山野、草地和平原上，到处都分布有种类丰富的野生食菌。每当一年中的雨季来临的时候，居住在山林附近的人們，都成群地、欢欣鼓舞地入山采菇，以作鮮菜供应市場或晒干留作冬季食用。在我国西南地区的成都、貴阳和昆明等地，都有着較大的市場，并且持續达两个多月之久。在西南其他市县及乡鎮中，每年都有着相当大的生产量。在华北、华东和东北的广大地区，也都分布着各式各样的食菌。在安徽、福建、浙江、江西、四川以及貴州与广西等省（区）交界处的香菇〔*Lentinus Shiitake* (P. Henn.) Sing.〕生产很多且极負盛名。在当地山林地区，人們用砍伐的木材鋸成木段放置在阴暗之处专門来栽培香菇。每年的产量很大，并远銷到内外各地（图11）。

人工栽培的其他食菌还有銀耳、木耳、洋蘑菇和草菇等。草菇在福建、广东、广西等省（区）分布最广，尤以广东的潮汕地区、宜山、乐平一带最为著名。当地用出过菇的稻草作菌种，播种到成束堆叠起来的稻草堆中，保持高温高湿（52—33°C間，湿度80—90%）以后即行出菇，近年来更发展了专业經营，利用南方盛产的稻草栽菇，成了增加农业收入的新的經济部門。广西僮族自治区平南县官城草菇場，在1958年获得了巨

大的丰收，曾在百斤稻草获得了 306.3 斤的高产，最大的菇朵达 1.32 斤。

草菇[*Volvaria volvacea*(Bull.) Fr.]又名苞脚菇，是屬于伞菌目中的鵝膏菌科(Amanitaceae)苞脚菇屬(Volvaria)，最初全体为一白色蛋形物。菌伞抽出后，菌柄基部殘留下一个脚苞。菌肉白色而細嫩（图12)。辽宁省沈阳市蔬菜种子繁育場，1958 年由上海引进这种草菇在夏季于温室栽培已經成

图 11　香菇（*Lentinus Shiitake*)及其着生状况

图 12　草菇[*Volvaria Volvacea*(Bull.)Fr.]

功，这为北方地区今后进一步試栽草菇提供了实际的可能性。

銀耳(*Tremella fuciforimis* Berk.)在西南的四川、貴州和陝西南部，湖北东部最多，其中尤以四川省的万源至南江等处为主要产地。当地人們于秋季或早春，在略有阳光而无风的树林中，砍伐枹、櫟、槲、赤楊等树木，截成木段，排放起来作为种木。自梅雨起至降霜前，树干的裂縫上即有銀耳发生。如剝取产过銀耳的枯木表皮，于翌春攪碎浸水后，撒于木材上，

即可在其他处培养出银耳。除银耳外，該处还分布有黄耳（*Tremella frondosa* Fr.）茶耳（*Tremella foliacea* Fr.）等，含有的营养价值很高，皆为我国宝貴的食菌資源。

木耳〔*Auricularia Auricula-jude*(L.)Schraet.〕又叫黑木耳，也是我国人人喜吃的食菌，亦盛产于四川和貴州等省。其栽培法与銀耳相似，但每年产量远較銀耳为大。

談到我国分布的其他野生食菌，更是数不胜数。最著名的如口蘑（*Tricholoma gambosum* Fr.），內蒙等地都有出产，五六月間发生于牧場草地上，因其盛产于張家口外的广大地区而得名。

口蘑菌盖白色，菌肉厚，子实体初为半球形，后来展开。菌伞边緣稍向里面凹入，干燥后表面呈現显著的脑迴紋状。菌肉白色，肉質柔軟，味道非常鮮美芳香。又因产地和形状大小的不同，有片蘑和丁蘑等名称，为极其名貴的食菌（图13）。近来我国的一些农业試驗研究机关，正在致力于口蘑人工栽培的研究，預期它的栽培問題不久即将解决。

图13 口蘑（*Tricholoma gambosum* Fr.）

在江南和西南地区的松林下，生长有一种菌体略带淡肉紅色、菌盖破裂时即流出紅色乳汁的美味食菌。这种菌在昆明称之为"松菌"，在江苏的宜兴等地称之为"桃花菌"，而在无錫等地則称"猪血菌"，吉林称为"松乳菌"，在四川則称"谷熟

菌”(在当地于稻谷成熟时生出，因而得名)。該菌的子实体食之稍有辣味，是屬于紅菇科(Russulaceae)乳菇屬(Lactarius)的食菌[*Lactarius deliciosus*(L.)Fr.](图14)。

在辽宁各地山林的松树下，则广泛地生长着另一种“松蕈”，当地人民称作“松伞菇”(*Cortinallus edodes* P.Henn.)，夏季和秋季生于松林下的草地上。菌盖初为半球状，展开后成伞状，菌肉很厚，菌褶紫紅色与菌柄相連，开伞后在菌柄上留下一个不太明显的菌环，菌体紫紅色(图15)。

图14 松乳菌[*Lactarius deliciosus*(L)Fr.]

图15 松伞菇(*Cortinallus edodes* P. Henn.)

在上一节已經提到这种松蕈(松伞菇)是与松树共生的。因此，对产这种松伞菇的各地，今后有意識地进行人工撒种与管理，将一定会收到很大的效果。

美味北风菌(*Pleurotus Sapidus* Schulr)则广泛地分布在四川、江苏、河北、浙江及东北各省。这种蘑菇通常是成丛

的生长在闊叶树种的枯木和枯枝上，或生长在活树的死亡部分。东北各省以7、8月发生最多，当地又称作“玉皇蘑”，其特征是老熟菌体的菌盖常十分不整齐，且边緣呈波状，用手拿时，菌盖的边緣甚易裂开。菌盖白色，后变微黄或灰以至淡褐色且染以紫色。菌柄白色，常偏生、側生間或中生。孢子长椭圓形，无色；但大量孢子群集时为玫瑰紫色。在东北的山区，为采食得最多的一种食菌，味鮮美而带香味。在吉林省的某些林区，常于倒朽的楡树、槭树等闊叶树干上进行人工栽培。此外，在东北的林区，另有一种晚生北风菌，通常叫做黄蘑〔*Pleurotus serotinus* (Schroet.) Fr.〕多在柞、椴、楊等枯死的立木上成簇的发生，市場上称之为“元蘑”，每年产量很大。在云南、四川、吉林、黑龙江等省还分布有一种粗皮北风菌〔*Pleurotus ostreatus*(Jacq.) Fr.〕也有人叫蠔菌或冻菌等。这种食菌多在秋季才开始生育且很容易与上述二种北风菌相混。但粗皮北风菌的菌盖最初为暗灰色，以后則变成淡灰色至黄色。孢子群集时为白色，借助此二点可与其他北风菌进行区别。以上各种北风菌皆可用人工鋸屑栽培。通常所說的平菇，即指这种粗皮北风菌。

此外，蜜环菌〔*Armillaria mellea*(Vahl)Fr.〕則广泛分布在辽宁、吉林、黑龙江等省，在辽宁省又称作“榛蘑”或“花臉蘑”，多在夏末及秋季生长在山林里的榛树和柞树之下，或生在老树桩及死树的基部，也有时生长在活树上。这种食菌常多数成丛的发生，菌柄基部与其黑色的根状菌索相連。菌盖表面常具有暗褐或微黑色的直立鱗片，形同花臉。这种食菌如果在活树上寄生时，能够造成木材腐朽，因之在林业上它是一种有害的菌类(图16)。

又如在辽宁等省的山地还分布有一种珊瑚菌，或叫扫帚

图16　花脸蘑〔*Armilaria mellea* (Vahl.) Fr.〕

菌(*Clavaria botrytis* Pers.)也是很好的食用菌。菌体呈扫帚状，这种菌在我国的山地是秋季发生，而在深山中常于夏季发生(图17)。

享有极高声誉的猴头蘑〔*Hydnum erinaceus* (Bull.) Fr.〕，在我国西南和东北也有分布，是属于齿菌科(Hydnaceae.)的食菌。因其子实体为头状，所以名叫“猴头”。在辽宁省各地则是生长在蒙古柞等树木的下面。

图17　扫帚菌(*Clavaria botrytis* Pers.)

在我国的西南则有著名的鷄㙡菌〔*Collybia albuminosa* (Berk.) Petch.〕，又叫“伞把菇”，雨季中发生在田

野中的白蟻窩上。菌盖呈圓錐形，表面黑色，黑褐色或微黄色，或呈花皮状，易于破裂。菌柄細而长，菌肉白色。根据前人研究，这种菌的生长发育和白蟻有着不可分的关系。

在昆明地区还有一种草鷄㙡（*Amanita Manginiana* Pat. et Hariot.），以夏秋两季发生最多。其形态和雞㙡菌相似，不同处是草鷄㙡菌柄上具一个大型膜質的白色菌环，菌柄基部具有杯状的菌托。

在东南、例如福建北部山区则生长着一种大紅菇〔*Russula rubra*(Kromb.)Bres.〕具有鲜紅的菌伞，是屬于紅菇科（Russulaceae）的食菌。紅菇科的另一种著名食菌则称青头菌（*Russula virescens* Fr.），生长在各种类型的林内地上或小树林内多草的地方。在我国的云南、辽宁、吉林和江苏等省都有分布，多于秋季发生。菌盖青綠色，老熟时菌盖呈中心凹形，边緣有沟紋，故名青头菌。味美稍带甜，在云南視为珍品。

在云南和四川一带，由于气候溫和，雨量充沛，牛肝菌(*Boletus spp.*)更为繁多，其中大部分的种类是食用牛肝菌，例如美味牛肝菌(*Boletus edulis* Bull. ex Fr.)，黄皮牛肝菌(*Boletus luteus* L.)等（图18）。这一类食菌的特点是菌肉很厚，子实層体为无数小孔的多孔体；菌盖有淺黄褐、紫、橙等色，大多数是牛肝菌屬（Boletus.）的各个种和变种。在辽宁也生长很多种类牛肝菌，因其菌盖常在湿潤时粘滑，当地叫“黄粘团团”。

在江苏、浙江、云南、福建及东北各省也分布有鷄油菌（*Cantharellus cibarius* Fr.），菌体鉻黄色，菌盖中心凹形，呈漏斗状，边緣波状而带淺裂，菌褶垂生，菌柄粗短。老乡又称作杏菌或鷄蛋黄，是一种风味与气味皆美的食菌（图19）。

图18 美味牛肝菌(*Boletus edulis* Bull. ex Fr.)

图19 雞油菌(*Cantharellus cibarius* Fr.)

在辽宁、河北、山西各地的草地上及有机肥料丰富而低湿的田地上，则生长着鬼伞菌属的食菌毛头鬼伞[*Coprinus comatus*(Fr.)S.F.Gray]，菌体初为圆筒状，常成簇发生，但亦有单个生出者。菌盖上有明显的反卷毛。菌体肉質白色，質地細膩，后期菌盖边緣变粉紅色。这种食菌只在幼嫩时可采集鮮食或用沸水煮过后晒干；如若任其开伞或采集后即行干燥，則因菌体随着成熟迅速潮解成墨汁状液体滴下而不能保存(图20)。

生长在我国南方竹林下的竹蓀(*Dictyphora phalloidea* Desr.)也是担子菌綱中的重要食菌。竹蓀的菌体呈笔状，頂上有鐘状的盖部，盖下有白色的网状部。菌体的最上端有一

枝腥臭而带粘液的笔头，在5—6月間发生最多。食用时是将腥臭的笔头部分切去，然后烘干或晒干食用(图21)。

图20　毛头鬼伞[*Coprinus comatus* (Fr.)F. S. Gray]

图21　竹荪 *Dictyphora phalloidea* Desr.)

在我国西藏地方的松林中，生長着依木特絲膜菌(*Cortinarius emodensis* Berk.)，藏胞称作"荣格拉，察木"或"翁拿劳"，也是伞菌科的一种美味食菌。

子囊菌中的食菌在我国也分布有很多种类，其中最为著名的如羊肚菌(*Morchella esculenta*)在西南的四川等省生長很多。其他还分布有鹿花菌(*Gyromitra esculenta*)、馬鞍菌(*Helvella elastica*)等，已如前述。

由以上几个例子，不难看出，我国各地所分布的野生食菌种类是非常丰富的，无論在各省各县各乡，都生長有当地著名的野生食菌。由于名目繁多和缺乏系統調查資料，其种类多少，目前还无法估計，但有人报导仅伞菌科中即有200种左右可供食用的种类。如果把我国各类食菌加在一起，显然必将远

远超过这一数字。为此，各地的栽菇家、栽菇爱好者和研究者們，应对当地的各种食菌，广泛地收集和研究，对野生的各种食菌进行人为的管理或栽培，这不仅有利于早日查清我国的食菌資源，并且能为不断提高我国各族劳动人民的日常菜食水平，提供巨量的产品財富。

以下将分章介紹洋蘑菇的形态特征和特性，及其栽培方法。

第二章　洋蘑菇的栽培

第一节　洋蘑菇的营养价值、栽培历史和近况

洋蘑菇原来也是野生的，在我們祖国的田野間也自生有很多种类，如普通蘑菇（*Psalliota campestris* L.）和草地蘑菇(*P. pratensis* L.)，特别是在西南的成都和昆明等地，春夏之交在雨后发生很多。

洋蘑菇含有的营养成分是非常丰富的。据苏联科学家最近的分析：新鮮蘑菇含蛋白質 6.4%，脂肪 0.54%，糖类 3.0%，其他如磷、鉀、鈣、鉄等矿物質也很多；特别是維生素 A. B. C. D 全有，这些維生素是人类所不可缺少的。

分析資料指出，蘑菇所含有的蛋白質，几乎高于所有的蔬菜和豆类的很多倍，除蛋白質外，洋蘑菇还含有其他的含氮物質如氨基酸、酰氨态氮化物等。洋蘑菇蛋白質的可消化率約为 50%，所以說蘑菇是一种营养价值很高、味道鮮美、毫无毒害的食菌。用这种蘑菇能够作出多种多样美味可口的菜餚和多种加工制品，如罐头等。

人工栽培洋蘑菇是在 1707 年前后(法国路易十四时代)，由法国巴黎附近的劳动人民首先栽培的。最初他們栽菇的方法是把野生在牧場草地和堆肥場等处的蘑菇菌絲体收集起来，取回埋植到培养料里。这种原始方法，一直延續了很长的

时間，后来，由于科学的发展和生产的需要，到 1893 年康士坦丁和馬特里逊(Costantin and Matruchot)发表了孢子发芽培养法；到 1902 年又有人(Dugger. 1902 年)提出了組織分离培养法，由此，才使洋蘑菇的栽培走上了更加科学发展的阶段。

二百年来，各国劳动人民栽培洋蘑菇积累了极为丰富的經驗，在栽培技术上，已經达到了能百分之百的控制这种食菌的生长和发育。苏联和欧洲的社会主义兄弟国家，不但栽培面积最大，并且技术先进。例如：苏联很早就在各大城市——莫斯科、列宁格勒、基輔、哈尔科夫、里加、敖德薩、顿河岸的罗斯托夫、基士湼夫、諾夫哥罗德等栽培了蘑菇，并早在 1932 年就对蘑菇进行了大規模的科学研究工作，科学研究的結果更加明确和大大的改进了蘑菇栽培的农业技术，所以，在栽菇的过程中，我們特别应当广泛地向他們学习。

在亚洲的日本，栽培洋蘑菇则在大正年間。

我国劳动人民栽培洋蘑菇的年代是比較晚的，这完全是旧中国半封建半殖民地的社会制度和三大敌人的残酷压迫所造成的。最先是在1932年于上海引进菌种进行少量的栽培，但由于国民党反动派的残酷統治，十多年来洋蘑菇的栽培发展极其微小，只局限在上海等地；而且生产出的蘑菇不能自食，要以之供給帝国主义在中国的代理人来享受。相反，在解放以后的新中国，由于党、毛主席和人民政府的英明領导和关怀，洋蘑菇的栽培象雨后春笋一样地在全国发展起来了。1956 年农业部門在北京开办过专門訓練栽菇人員的技术訓練班，栽菇地点也在逐漸增多，特别是在全国工农业生产大跃进以来，在党的“鼓足干劲，力争上游，多快好省地建設社会主义”的总路綫照耀下，各地兴办的栽菇場更形增多。現在，不但在沿海的上海、天津等地进行栽培，就是在内地的内蒙古自治

区、沈阳、哈尔濱等地也在大量引种栽培。

洋蘑菇栽培在东北各省的发展也和全国一样地迅速发展，不仅沈阳在大量栽培，而在旅大、安东、辽阳、北至黑龙江的哈尔濱、牡丹江，都在非常注意这种新的經济事业。有的栽培部門还附設了加工厂，进行制罐和其他加工，以供应我国各族劳动人民日益增长的生活需要。

第二节　洋蘑菇的形态特征、分类地位和生活史

洋蘑菇又称作普通蘑菇、环草菇或西洋蕈，前面已經提过它是担子菌綱中的高等真菌。在植物分类学上的地位是屬于真菌門、担子菌綱伞菌目（Agaricales）伞菌科（Agaricaceae）环伞菌屬（Psalliota），这一屬中有許多种类，有的可食，也有的不可食。

在苏联洋蘑菇有四种，即普通蘑菇（*Psalliota campestris* L.）、田野蘑菇（*P.arvensis* L.）、林蘑菇（*P.silvestis* L.）和草地蘑菇（*P.pratensis* L.）。

其中尤以普通蘑菇的栽培最为普遍。在我国上述种类都有分布，但人工栽培的也是普通蘑菇，因此，下面重点的来談普通蘑菇。

普通蘑菇的学名是 *Psalliota campestris* L.，有純白、黃白、褐色等品种，我国各地栽培的只有純白的一种。

洋蘑菇也是由两种器官組成的，即地上部分的子实体和地下部分的菌絲体，通常把子实体称作"蘑菇"。

洋蘑菇地上部分的子实体成熟时，整个形状象一把撑开的雨伞状，由伞盖、菌柄、菌环等构成（图22）。

1. 伞盖　为白色，表面光滑有如白絹状，初期伞盖呈球形或半圓形，随着幼菇逐漸发育，逐漸展开成为伞盖状；如为褐色或黃白色的品种，此时則現出顏色。伞盖部分菌肉很厚，菌肉也为白色，是供食用的主要部分。

2. 菌褶　在伞盖下面呈片状象伞幅的部分叫菌褶，从菌柄上端的周圍呈放射状向外射出。菌褶有长的有短的，相互交替排列。菌褶初期是粉紅色，到老熟时变为深紫褐色。在这些片状菌褶的两側生有許多棍棒状的担子和不孕細胞；在每个担子的先端生有二个或四个微小的小柄叫担子柄；每个担子柄的頂端生有一个担子孢子。洋蘑菇每个担子上只有两个孢子(图23)。

图 22　洋蘑菇的形态
1. 伞盖；2. 菌褶；3. 菌环；4. 菌柄；5. 根状菌索。

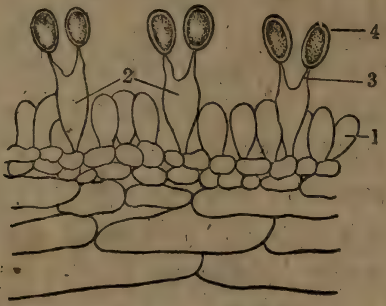


图 23　洋蘑菇菌褶横切面
1. 幼嫩担子；2. 成熟担子；3. 担子柄；4. 担孢子。

3. 菌柄　菌柄坚硬，白色或灰白色，着生在伞盖下面的中央，菌柄与菌褶的基端是分离的。菌柄在伞盖未展开前短而粗，且中心充实，随着伞盖的展开逐漸伸长。发育良好的菌柄

可达 5—12 厘米长，直徑可达 3—5 厘米，并稍有点空心。

4. 菌环　菌柄的上部环生着一層薄膜包圍着菌褶，当伞盖展开时，这層薄膜膨破，一部分附在菌伞的边緣叫作“菌幕”；另一部分殘留在菌柄上成一环状物，这个环状物称作“菌环”。洋蘑菇的菌环是一重的，就是因为有这样一个菌环，所以又有人把洋蘑菇叫做环草菇。具有菌环也是环草菇屬的基本特征。

5. 孢子　洋蘑菇的孢子很小，为褐色橢圓形，大小为 6.3—7.6×4—5 微米，需要借助于显微鏡放大之后，才能看得清楚（图24）。每一个子实体产生着大量孢子，据植物学家的計算，洋菇屬（Psalliota）一个子实体可产生 16,000—1,000,000 个孢子。当其自然降落到白紙上以后，能够在紙上形成輻射状的褐色“孢子紋”。

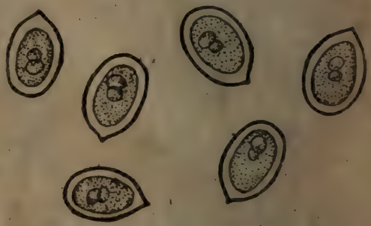


图 24　洋蘑菇的孢子

这种很小的孢子，就是蘑菇的有性繁殖器官，它們的功用相当于高等植物的种子。野生在森林中或草地上的蘑菇，当其菌盖展开后，成熟的孢子就由菌褶的担子上掉落下来，随风飄蕩到各处，然后降落到地上，一当孢子遇到温度、湿度合适，就萌芽生长而成为菌絲，由菌絲进一步生长发育就形成蘑菇，所以野生的蘑菇是天然播种而生长的（图25）。

蘑菇的地下器官是菌絲体，它是孢子发芽生长成的絨毛状物。菌絲有分隔，自分枝很多。菌絲不但能由孢子发芽长成，由子实体上的任何一部分組織也可以长出菌絲体，純菌种

图 25　洋蘑菇孢子的发芽

制造中的組織分离培养法就是根据这个道理而来的。

由于蘑菇都沒有分生組織，因此菌絲的生长是在菌絲尖端部分的細胞进行。菌絲尖端部分細胞的特征是較正常菌絲为細而有弯曲，且富含原生質內含物。在显微鏡下很容易看到蘑菇的菌絲是厚度为 1—10 微米的細胞，一个連着一个成为长絲状(图 26)。

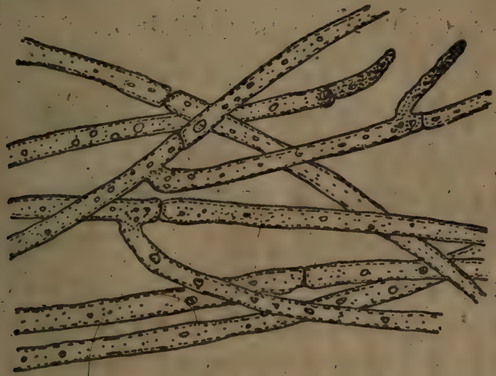


图 26　洋蘑菇的菌絲(注意菌絲的分隔部位和尖端部分的状态)

从孢子发芽长出的絨毛状菌絲，进一步生长发育，有的則长粗成为棉綫状，这种棉綫状的菌絲叫菌絲索，它們是繩索状空心的小管，蔓延在培养料和复土層里。在复土層中的菌絲

索，有的在其上的一点膨大成小瘤狀物，并由小瘤状物逐漸生长发育就成为子实体——洋蘑菇。在培养料中的菌絲担任着为子实体輸送水分和营养物質的作用。由此可以看出，菌絲体发育的好坏，与出菇的早晚和产量的高低有着密切的关系（图 27）。

图 27 子实体的形成及发育（M. A. Панов 原图）
1.培养料；2.复土層。

从一个担子孢子发芽长出菌絲，菌絲生长发育成菌絲索，菌絲索則发育成为子实体，子实体上又生长出千百万个担子孢子，象这样的循环过程，便是蘑菇的生活史或叫生活周。

不了解蘑菇生活史的人，对人工能够栽培蘑菇是不相信的。从前就有不少人常說："有錢买不到蘑菇种"，"蘑菇只能林野生"等。其实了解了它的生活史以后，就一定不会再存在这种神秘观念了。因此說："越了解自然，就越能駕馭自然"。

第三节 洋蘑菇的生物学特性

蘑菇这种植物，生长发育所需要的外界环境条件也是很

复杂的。栽培蘑菇时，只有当我們根据它的特性去满足它的要求时，才会获得滿意的結果。根据中外科学家的研究和我們的观察，談談主要的几点：

（一）营养　洋蘑菇是一种腐生菌，多生长在牧場、草地和堆肥場的植物殘体或厩肥上。由于它不能进行光合作用，完全要依賴培养料中的营养物質来营养自己，所以培养料里含有的营养成分和培养料的发酵調制是非常重要的。培养料由于調制的时候，通过了复杂的微生物学过程，不仅使物理性状变好，并且使培养料里的有机物分解为适于蘑菇生长发育的需要。如果培养料不經过一定的堆积和发酵，則蘑菇的生长一定不会良好。

在蘑菇生长发育所需要的营养物質中，糖类和含氮化合物是非常重要的。糖类中包括葡萄糖、蔗糖、淀粉、纖維素、半纖維素和木質素等，尤其是纖維素和木質素的作用更大。因为蘑菇能通过自体分泌相应的酶或有机酸类等来分解和利用这些物質。

例如，蘑菇的菌絲体也能分泌出有机酸类——酸模酸和其他有机酸，借助于这些酸类的帮助，蘑菇能分解吸收更为坚固的碳源——木質素，这种作用在朽木上生长的食菌中看得最为明显。

又如特列紹夫（Трешов）在自己的工作中曾指出：戊糖、已糖、双糖、某些有机酸和木質素，是蘑菇很好的碳源。按照他的資料：淀粉、菊糖、酒石酸盐和苹果酸則是不好的碳源。他又指出：真菌也能从含氮的化合物中来吸收碳素营养。

蘑菇的氮素营养也极为重要，蘑菇的丰产常常是在那些含氮丰富的营养基質上才能出現；并且在含氮物質分解的时候，还适当的提高了营养基質的温度，这也有助于蘑菇的生长

和发育。所以在人工栽培蘑菇的时候，常常选用含氮丰富的、飼喂过燕麦、麸皮、豆餅或其他精飼料而获得的厩肥；并在堆积調制的时候，往往还添加尿素、血粉、銨盐等以增加培养料中的氮素营养。

蘑菇氮素营养最好的来源是蛋白質，蛋白腖和氨基酸。蘑菇在吸收蛋白質的时候先用蛋白酶，把蛋白質分解为蛋白脲和蛋白腖，以后再分解为氨基酸和氨。庫尔沙諾夫（Н. Л. Курсанов）指出：这种蛋白酶在蘑菇体内是很活跃的。

蘑菇也能由无机氮源中吸收氮素，特别是銨盐，所以在国外的实踐中，在堆积培养料时也有加入硫酸銨的，并且也获得很好的效果。

另外，蘑菇同样也需要很多种的矿質元素，如鉀、鎂、硫和磷等。缺磷比缺鎂、硫和鉀的影响为大；也有人指出蘑菇最需要的矿質元素是鈣。

在蘑菇的灰分里，还含有鈉、鋁、硅、氯和其他元素等，但它們对蘑菇是否需要还沒有証实。

天然物質中馬厩肥比較全面的含有上述物質，且有很好的醱热性。因此人們常常是利用馬厩肥（包括驢、騾）掺合一定比例的藁稈、落叶、鋸屑等来栽培蘑菇。然而，近年来由于栽培技术的进步，也有的人用人造堆肥来栽培蘑菇，并获得了很好的結果。但后者由于堆制的方法复杂和成本昂貴，目前还沒有达到广泛应用的阶段。

（二）溫度　野生蘑菇的菌絲体长年生活在野外，它們比栽培种的蘑菇能耐过更高的低溫，甚至超过零度以下亦不死亡。实驗室培养出的菌絲，它們却表現得相当脆弱，根据苏联試驗在零下 5—7°C的房間里 2 天就失掉生活力。

蘑菇的菌絲体在 4—30°C范圍內都能生长，但以 25°C 左

右最为适合，太低太高都是不好的。为此引証下面的資料加以說明：

表 3　不同溫度对菌絲生長的影响(Громов,1957)

溫　　度(°C)	一晝夜內菌絲增长的长度(毫米)
10	0.5—0.7
15	1.8—2.0
20	3.7—4.3
25	5.5—6.2
30	2.2—2.5

从这个資料里明显的看出：菌絲体在 25°C 时生长最快，30°C时生长速度反而降低。因此，在栽培蘑菇时，在菌絲体生长阶段，以保持 20°C 的溫度最为适合，溫度高菌絲体生长虽快，但較为稀疏軟弱，生活力反而不强。

蘑菇在形成子实体时，則需要低一些的溫度，一般以12—16°C 的溫度內，子实体发育得快而肥壮。溫度太高时，形成的子实体菌柄长，菌伞小，产量不高且品質低劣，但溫度太低則生长极为緩慢。

蘑菇孢子发芽最适当的溫度是 25—27°C，所以在用孢子发芽法培养純菌种时都把試管放置到 25°C 的恒溫室里培养。

(三)湿度　这里所談的湿度是包括培养料湿度和空气湿度两个方面。大家知道，蘑菇子实体里大約含有86—90％以上的水分，因此在它的生长中，不仅要求培养料要有足够的湿度，也要求空气中有足够的湿度。

蘑菇培养料最适当的湿度，說法不一；且因培养料种类不同，湿度也无固定标准。有人說含水 55—65％ 最好（Д. И.

Латсев,1958);也有的説45—55%最好(Громов,1957);而在我們的实践中观察到以60%左右最为适合。如果培养料的湿度不足或过高时都要进行适当的調节。过湿的培养料播上菌絲，是不能成活的，或者生长很弱甚至很快死亡。

复土層的湿度，对蘑菇的生长发育也有很大的影响。复土層中湿度太低时,菌絲体和幼菇的发育不好;特别是在形成幼菇时，更应保持复土層具有适当的湿度。如果这时复土層过干,不但影响幼菇出士，且菇的品質瘦弱，产量降低。因此要求在管理中,进行适当的澆水。

至于栽培室的湿度，則应經常保持在85—95%左右。这样可防止复土層干燥，也利于蘑菇的正常发育和出菇。但如果湿度再高則容易誘发病虫灾害和使蘑菇的生长造成畸形。

(四)空气 蘑菇栽培家都非常重視栽菇室內的換气，这是因为蘑菇的生活和高等植物不同。高等植物一方面在呼吸作用中吸收氧气放出二氧化碳；另一方面在光合作用中又吸收二氧化碳放出氧气。这里不难看出，氧气和二氧化碳气是相互交替利用的。而蘑菇却不同,前面已經提过,它沒有叶綠素,不能吸收二氧化碳;而在新陈代謝过程中却一直是吸收氧气、放出二氧化碳，所以栽培室里二氧化碳越集越多，而这种气体对蘑菇則是有害的。

大家知道,大气中二氧化碳的含量是空气容积的0.03%，如果二氧化碳的数量增加到0.3—0.5%，对高等植物不但沒有为害反而有利，但对蘑菇菌絲体的发育和結实則产生严重的抑制作用。

另一方面，由于培养料是由馬粪、藁稈等有机物調制而成。这些物質在栽培室內也还会繼續进行一定的发酵，也会

不断的放出有害的气体CO_2、NH_3甚至H_2S等。

在培养料复土以后，更使培养料和复土層內郁集的二氧化碳数量增加。因此在栽培蘑菇的时候，室內要特别注意經常通风换气。同时也必須提到，各种霉菌和蘑菇病害的病原菌，也都喜欢在空气流通不良的条件下生长，所以作好通风换气，不仅利于蘑菇的生长和发育，并且能减少霉菌和病害的发生蔓延。

（五）光綫　蘑菇不能进行光合作用，所以它在生长发育的过程中，一般来說是不需要光綫的。野生的各种蘑菇，大多生在林蔭之下，亦与不需要光綫有关。例如：自然界中生在阴暗处的蘑菇，菌肉肥厚且开伞迟；生长在阳光下者，菌肉薄且开伞早。在向阳地的野生菌，通常是在地下完成其大部分发育，然后再迅速的長出土面。人工栽培时，也曾观察到类似的現象，即在完全黑暗的房間，幼菇均在菌床表面产生；若在明亮的房間，則幼菇常是在复土之下頂出。

对洋蘑菇来說，它不仅不需要光綫，并且一經强光的照射，会使菇体表面硬化，顏色变黄，失去在暗室中的洁白、柔嫩的品質。因此，无論在露天或保护地栽培蘑菇时，都要防止光綫的射入。但也有不少种类的蘑菇需要一定的散射光，如平菇等。

（六）pH值　蘑菇和其他眞菌一样，以在弱酸性到中性的条件下生长得最好。最适于蘑菇生长发育的培养料和复土的pH值，是6.5—7.5，而过酸过碱都是不相宜的。因此，培养料在入床之前，必須将酸碱度調节合适。为了达到这个目的，在堆积培养料时，施入石膏粉或熟石灰粉以降低培养料酸性是有益的。至于复土，也应当注意到选择酸碱度适中的各种土壤。

根据瓦克斯曼的資料，孢子发芽最适宜的酸碱度是 pH 6.4—6.6。这个数据在制备各种培养基时是有参考价值的。而特列紹夫則指出：培养料最适当的pH值是 6.8—6.9；但菌絲体在 pH 4—9 的范圍內都能生活。

在栽培蘑菇的实踐中，人們常使培养料成为弱碱性反应(pH 7.5)，这不但能防止其他眞菌的滋生，蘑菇的菌絲体也能正常发育；并且随着蘑菇菌絲体新陈代謝的不断进行，菌絲体会分泌出各种有机酸类而使pH值降低到最适当的水平。

(七)生物条件　由于洋蘑菇的菌絲生长較緩慢，因此它对杂菌的抵抗作用是非常弱的。杂菌中，尤其是有一种速生的毛霉菌(*Mucor. spp.*)，菌絲灰白色，很象蘑菇的菌絲，且生长极快，在制造洋蘑菇菌种和栽培平菇时为害很大，要加意防除。

洋蘑菇栽培中，发生的各种病原菌、腐生菌和杂蕈（如 *Coprinus spp.*）及各种害虫为害也很严重。所以在栽培室中，一定要注意清洁卫生和通风换气，病虫害一經发生就要及时防除。

第四节　洋蘑菇的栽培法

蘑菇栽培是我国新兴的园艺事业。虽然随着人民生活的提高这一栽培部門必将迅速的发展，但仅就目前的栽培經驗看来还是很不足的。因此，这里只能将一般的栽培技术結合我們栽培实踐中的体驗加以概括的介紹。至于創造蘑菇高产的栽培技术問題，还有待广大园艺栽培家們在实踐中的摸索。

一、栽培場及其設备

按着生物学的原理，蘑菇是可以在适当的外界条件下进行露地栽培的。据文献記載，英国南部的温暖地区露地栽培頗为盛行；东北的安东进行露地栽培也得到初步成功。这种栽培方法在条件适宜的地区确为今后扩大蘑菇栽培的方向。

但到目前为止，由于某些栽培上的自然因子人們还不能完全控制，在广大的地区进行露地栽培还有很多困难，因此保护地栽培仍为中外通用之方法。所謂保护地也就是可以人为控制栽培条件的栽菇場。

从蘑菇的特性看来，它特别喜欢阴湿凉爽。故一般的洞穴、隧道、采石場、地下室、旧屋、倉庫等稍加改进使其具有加温、降温設备、通风設备、水电設备等即可用以种菇。在条件允許时亦可特建栽培場。按着"由小到大、由土到洋"的勤儉办事的方針，我們应当提倡利用一切現有条件来发展蘑菇生产。

栽培場的种类很多，但綜合起来应当具备以下特点：

1. 可避免因寒暑影响使室温产生急剧之变化及因风雨襲击而造成损失。

2. 具有良好的通风設备及可以平稳、均衡供温之加温設备。

3. 可防止病菌、害虫的侵入，便于室内各种操作进行。

4. 室内外运輸便利。在栽培場之外应有一緩冲室，用以盛装农具、药品及防止病虫之直接侵入。

5. 四周清洁，有足够的培养料的堆积場。

6. 可以避免强光直射。

(一)洞穴栽培場　隧道、采石場、天然地洞等均称为洞

穴。这些地方四季之中温差很小，在温暖地区可保持温度在12—20°C之間。对这类現成場所之利用不但十分經济，而且可以常年种菇。在一般情况下如管理得当，因其四周較为严密，病虫发生也大为減少。

图 28 洞穴栽培場

但其缺点是：多数洞穴均过于阴湿而且通风不良常常会影响蘑菇正常之生长。故在应用此类栽培場时必須在洞頂及門窗处装設相当数量的旋轉式或木制的曲折式之换气孔。此外，还应做好防水防鼠工作；在洞門附近挖好排水沟清除杂草；在洞穴里外噴射适量之666等药剂。这样就可以基本上消灭水患和減少害虫的发生。

在寒冷地区如冬季出菇期間穴內温度降至10°C以下时，

图 29 洞穴中之三壠式栽培

则应增設可以供温的加温設备。

洞穴改建好以后，应在其中設置与其內部地势相适的菌

图 30 采石場中之二壠式栽培

床。多数洞穴高度低地势不平，故为节省木料降低成本及适应地形的具体条件，以采用二壠式或三壠式的壠式栽培最为合适。二壠式的作壠方法是：先在下边做成压实后寬 140 厘米，高 10—15 厘米之厩肥層；后在其上作两条寬 50—60 厘米，高 40—50 厘米的壠，壠距是 20—30 厘米(因壠角太直常造成复土下流及子实体之挤压现象)。将壠筑实，即可进行室內消毒播种(图28、29、30)。

(二)人工窖室栽培場　半地下之土温室、地下室及菜窖等也具有上述栽培場之特点，稍加修改即为良好的栽培場。

城市楼房之地下室，結构牢固，室內温湿受季节影响亦小，用于种菇实为理想。在这种栽培場內可依具体情况設置畦床、層迭式菌床或采用箱式栽培及壠式栽培。

畦床之寬度，如两边作业可达 2 米；单面作业时以 1 米最为方便。床高通常为 20—25 厘米，床边可用木板制作或以泥

图 31　畦床

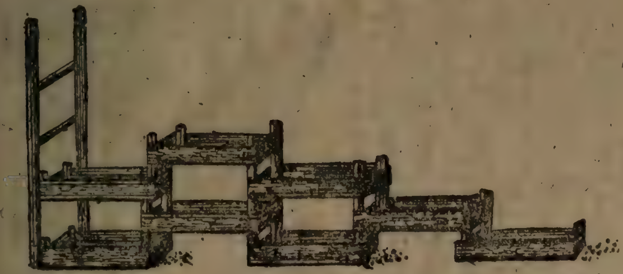
土堆砌。其内装以培养料。为了增大床之表面多把培养料装成当中凸起的弓形(图 31)。

在苏联有的采用以培养料筑成的没有床框的寛平畦，其高度为 25—30 厘米，寛度为 1.25—1.5 米(图 32)。

除此以外，还可采用箱式栽培。这种栽培方法的特点是：搬运灵活且便于机械化和病虫害之防治，发現病虫可随时进

图 32 苏联的寛平畦栽培

行单独隔离。为了搬运方便，木箱之大小多为：100×50×20(厘米)。箱之堆积方法大体上有两种（图 33)；層距为 50 厘米。除特做之木箱外，普通廢旧木箱也可应用。



(1)

(2)

图 33　菌箱排列方式

1.品字排列菌箱；　2.層式排列菌箱。

在屋顶較高的房間里也可采用層迭式之菌床(图 34)。这种菌床可以充分利用空間面积。床寬以工作方便为度，床的深度多为 20—25 厘米；層距50厘米。

采用多層菌床时，因受培养料之压力很大，因之应选用較堅固之木料作为菌床材料。

半地下式的土溫室、菜窖用于种菇时，应注意溫度及空气之調节。在具有玻璃吊窗較多的溫室中应具有較厚的保溫遮光之草帘子以备必要时复用。这里采用菌床的原則基本同前。

(三)現有房間改建之栽培場　用旧屋、倉庫种菇，屋頂应增設百叶窗或旋轉式的通风設备。在房間下边每隔 1 米設一啓閉式之排气孔。在較冷的北方，冬季应特别注意搞好加溫及保溫工作。据过去經驗，采用火力加溫时，房間不大可沿地面搭一条地下火道。房間很大則应設置火道数条。从东北的气

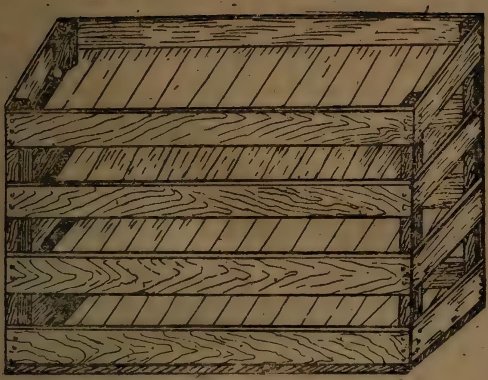


图 34　重迭式菌床

候条件看来，这种地下式火道的加温設备，可以較理想的提供蘑菇生长所必需的温度。

（四）特建种菇場　在經济条件及建筑材料充足的条件下，可特建理想之栽培場。这种栽培場应当完全具备前边所談之特点。

特建栽培場在形式上有地上式（图 36）、地下式及半地下式（图 35）三种。后二者保温良好。但因无法安設地窗，通气較差；因而多在特別寒冷之地区采用；温暖地区則仍以地上式之栽培場最为合适。

这里所說的"特建"，其含意并不是要建栽菇場就非得采用鋼骨水泥达到百年大計不可，而是要求从建筑物本身的特点来看，能够满足蘑菇生长发育之要求。

栽培場的修建以泥土砌墙，藁稈做盖，不但省錢而且适于栽培之要求应大力提倡。

在特建栽培場之屋頂应沿房脊之頂端設置通风百叶窗，沿地面上方 40—50 厘米处每隔 1 米安装啓閉式而装有細紗

图 35 半地下式栽培場

网的地窗若干个。冬季室温可降到 10°C以下的地区应装設可以調节的气暖或水暖設备。如采用火力加温，其爐門应安在室外。室内火道之分布，应以达到可均匀、平稳供温为原

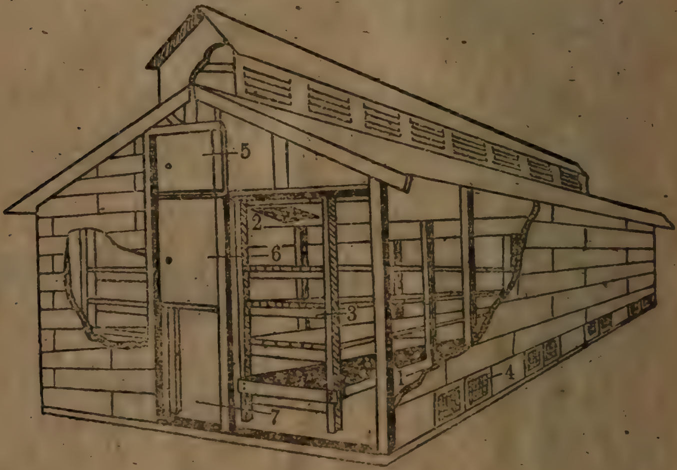


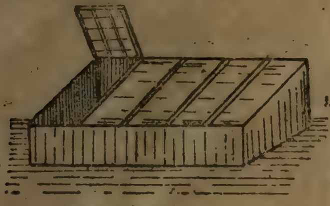
图 36 地上式特建栽培場
1.百叶窗； 2.排气窗； 3.菌床； 4.地窗； 5.6.7.門。

則。据沈阳地区之經驗，以地下式火道效果較为良好。火牆加温时常产生供温不匀及忽冷忽热之現象。采用地下式火道时其火道壁的厚度必須适当，过厚常会造成放热太少，因而室温过低；太薄也会产生相反的情况。此外还要特別注意防止冒烟的問題。

在較理想的栽培場中除具上述的条件外，还应有一定的水、电設备。

为充分利用这种理想栽培場之空間，多在室內装設易于拆卸的層迭式之菌床。菌床層数的多少，可按屋頂之高度决定，一般为4—5層。

(五)溫床栽培　上边所談的均是主要栽培場。但在温暖地区及对溫床温变之調节較有經驗的地区，亦可利用半露地性質的溫床栽培(图37)。这种栽培的特点是：利用培养料的一定的发热能力及太阳的輻射热来供給蘑菇所必需的温度。此种栽培的优点是設备費用低；缺点是易于受外界环境的影响而使床內的温度产生急剧之变化，因此在較寒冷的北方尙不能广泛的推广。



1

2

图37　溫床

1.溫床外形；　2.溫床断面。

通常所用之溫床其床框之寬度为120厘米，前框高25厘米，后框高40厘米，长不限。床上設有可以自由开閉之玻璃

窗。在这样的温床里装以适量的发热性的培养料即可栽培。床中培养料的厚度一般为 20—25 厘米。为作好冬季保温，温床应备以厚草帘用于午后及夜間复盖；白天为了增温可将草帘换以黑油紙。床温过高可去其保温之复盖物，但亦应盖以較薄之物品以防强光的直射。

(六)露地栽培　露地种菇可在自然气候变化甚小、冬季最低温度在 10°C 以上的地区采用。进行露地播种必須事前調查好当地的气候情况(主要是温度的季节变化)，并选擇适于蘑菇生长发育的时机播种。蘑菇整个栽培过程大約 5—6 个月，在这段时間里的前一个月左右，是菌絲发育旺盛时期，需要温度是 18—25°C之間。在以后的数月中均是产菇期，温度能保持在 8—16°C之間即可基本达到要求。播种适期的确定必須依此具体要求来决定。

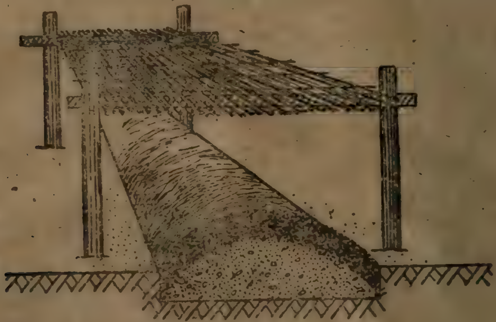


图 38　露地栽培

但自然条件下温度变化在 4—5 个月中，不超过10—16°C之間的情况是很少的。因此，露地栽培也需有一定的草帘等保温設备，以防气候突然变化造成損失。其次，是否可以在蘑菇生长适期較短的地方、减少培养料的厚度、缩短出菇时間，

还有待栽培家們在生产实踐中再行摸索，据我們分析，这种作法还是可以的。

露地栽培的基本方法是：先在地上挖一深 20—40 厘米、寬 100—120 厘米的土床，床底床壁压实后，将培养料填成屋脊形，适度压实即可播种。为了保湿及防止强光直射其上应复以較厚的藁稈类的东西。此外，还可在床上搭一凉棚用以遮光（图 38）。露地栽培的管理原則与室內无甚差异，具体內容請参看管理一項。

二、培养料及其調制

蘑菇菌絲体是在厩肥培养料中发育的。厩肥培养料中含有眞菌有机体生活所必需的一切条件：营养、温度、湿度及空气。在这些因素中营养是最难調节的。

蘑菇营养过程是很复杂的。它受培养料的化学成分和物理特性，蘑菇的本性的需要和消化能力以及微生物学所制約，与綠色植物不同，蘑菇不仅从培养料中吸收无机物，而且也吸收有机物。

碳素营养对蘑菇具有极大意义，因为它不能吸收空气中的碳素。

已經确定，纖維素、半纖維素、木質素及其他有机物是培养料中蘑菇的主要碳素来源。这些物質在菌絲体酶化作用、氧化作用及微生物学过程的影响下轉变成葡萄糖及其他能被菌絲体吸收的状态。

蛋白質、蛋白腖、氨基酸是蘑菇的最好氮源，但眞菌亦可很好的吸收无机物中的氮素，如銨盐、氮盐和含氮的酸是最不好的氮素来源。鉀、鎂、硫和磷亦是蘑菇完全必需的，同时它也需要微量的鉄。

蘑菇对溶液濃度非常敏感。对培育由孢子形成的純洁菌絲体来說，培养基中糖和盐类的适宜总濃度是0.5—1％之間。在厩肥中加入粉質无机肥料的数量大于每吨六斤时能减少蘑菇的产量。

蘑菇对培养料中水分的含量也特別敏感。經驗証明，培养料含水量为 50—65％ 时为最好；否則将会影响产量。

从生产实践的經驗及文献报导看来，培养料的种类及其調制方法对蘑菇的产量及品質的影响极大，故种菇时对此环节应特別重視。

(一)培养料应具备的条件

1. 含有丰富的有机物及少量的速效性的化学营养。

2. 質地疏松、蓄水保温。

3. 具有发热能力(以消灭病菌、害虫、促进发酵)。

多数厩肥（尤其是新鮮馬厩肥）及有机物均具上述特点，可用为种菇之基本材料。

(二)构成培养料原材料的种类及其特点

1. 有机肥料及藁稈落叶

(1)家畜粪尿　家畜粪尿是发酵培养料时的热源，亦是蘑菇的重要的营养源。只有采用新鮮厩肥时，这种优点才能充分发揮。

① 馬厩肥（或騾、驴厩肥）　馬粪中含有丰富的有机物及较高的氮、磷、鉀元素。它具有较高的发热能力，可促进培养料中有机物的加速分解，并能用发酵的高温杀死病菌、害虫。故国內、外栽菇家均公認它是最好的培养料之一。在畜舍中垫以容水量大吸收氨气能力高的褥草，可避免尿水及粪液的損失，采用这种厩肥效果更好。

馬粪的質量可从粪色及所食的飼料种类鉴别。食干草且

多精料的馬粪为最好;食青草的鮮黃色馬粪不好,因这种馬粪干物質(纖維素等)含量少,水分多,且在发酵之后酸度較高。如用这种馬粪时,应在发酵之后测定酸度。如酸度大时应用消石灰調整。

②牛粪　牛粪中的有机物及氮、磷、鉀的含量稍低于馬粪,但从化学成分看来仍适于种菇。尤其是牛尿之营养价値并不亚于馬尿。牛粪的主要缺点是含水量較高、組成过密、发酵迟緩,常使床温低下而不利菌絲之生长。但在用前使其充分晒干,搗碎后混用一定量之馬粪漚制,或者是单独漚制,仍是盛产牛粪地区的良好栽培材料。

③羊粪　羊粪中有机物及矿物营养含量最高。发热能力介于牛馬粪之間,在多羊地区可用来作主要粪源。

除上述畜粪外,亦有用兎粪、猪粪种菇的。据文献記載,兎粪栽培效果还好。猪粪因发热性差,其中含有杂菌甚多,且不能很好的发酵,仍以作普通作物的肥料为宜。

为便于从营养成分含量方面选用畜粪,特将各种家畜粪尿中所含各种营养元素列表比較如下(見表4)。

(2)藁稈、落叶　畜粪之量必然有限,随着农业大跃进的进展畜粪已感不足,而且单用畜粪常常造成营养过濃而抑止蘑菇的发育。为此,一般多在家畜粪尿中加入十分之四至十分之六的藁稈。藁稈在发酵时具有一定的发热能力,纖維素含量丰富,发酵后質地松軟保水力較好,故从营养及物理性状方面看来均适于蘑菇之要求。

通常所說的藁稈是指禾谷类的矮稈作物的莖稈而言。这类莖稈种类很多,性質多少亦有差异,故其利用价値亦有不同。

①麦稈　麦稈之各部組織远厚于稻稈,特别是韌皮細胞

表4 各种家畜营养成分表(前田政吉)

种类＼成分	水 %	有机物%	N%	P_2O_5 %	K_2O %	CaO%	Mg%	S%
馬糞	76.00	21.0	0.45	0.32	0.35	0.21	0.14	0.01
牛糞	83.50	14.6	0.27	0.15	0.05	0.31	0.11	0.05
羊糞	64.6	30.5	0.60	0.45	0.25	0.33	0.18	0.24
兔糞	72.4	——	0.63	0.30	——	——	——	——
猪糞	80.5	12.5	0.70	0.27	0.40	0.08	0.08	0.07
馬尿	89.5	6.9	1.50	微量	1.60			
牛尿	93.5	3.2	0.60	微量	1.30			
羊尿	86.5	7.5	1.90	微量	2.65			
兎尿	92.7	——	0.32	0.11	——			
猪尿	98.0	1.0	0.25	0.10	0.75			

显著紧密，故在吸收水分、温度之后，保持能力較强，有利发酵及种菇之需要。大麦、小麦、燕麦、稞麦、黑麦虽在化学成分上无大差别，但在物理性状上則有显著之不同。小麦、黑麦稈比較粗硬，发酵迟緩，及至发酵后又多失去彈力。大麦、稞麦、燕麦則比較柔軟、易于发酵，是比較理想的栽培材料。当然，无大麦时小麦稈也无不可。

②稻稈　稻草稈内所含之成分与麦稈相近。但各部組織較薄，保温及保水能力較差，而且在堆积发酵之后常常过于瘫軟，水分稍大即失去疏松性質，因而不能保持最为理想之物理性質。虽然如此，但在稻区仍是很好的材料。

③落叶　以落叶作栽培材料在国内尚未見到。据苏联报导，在这种培养料上所得之产量并不令人滿意。

落叶的种类甚多、成分各异，究竟那些树种的落叶适于种菇尚待进一步研究。

由于落叶内营养物質含量較少，应用时应混用較多量的畜粪。

除此以外，亦有用鋸屑、禾本科野草栽培的。苏联以鋸屑厩肥栽培蘑菇曾获得过較好的成績。但就过去的資料看来，用这种培养料种菇所得的产量均比較低，一般野草中化学营养还好，但从物理性状（疏散特性）及有机物含量上看，則不很理想。

表5 各种藁稈、落叶营养成分表（摘自前田政吉）

品名＼成分	水分%	有机物%	N%	P_2O_5%	K_2O%
小麦稈	14.38	81.10	0.48	0.22	0.63
大麦稈	14.30	81.20	0.64	0.19	1.07
稞麦稈	14.10	81.20	0.54	0.14	0.90
水稻稈	14.30	78.60	0.63	0.11	0.85
陆稻稈	14.30	77.90	0.76	0.10	0.85
粟稈	15.00	76.59	0.91	0.29	0.13
蕎麦茎	16.00	78.90	1.30	0.61	2.42
杉木鋸屑	14.50	84.80	0.40	0.20	0.40
秋落叶(闊叶)	14.00	81.40	1.00	0.22	0.29
秋落叶(針叶)	13.50	85.28	0.80	0.10	0.13
野草	14.30	80.50	1.55	0.41	1.33

(3)其他有机肥料：

①草炭 按草炭的物理、化学性質看来，亦是很好的培养料。我們采用低位草炭混以一定数量的馬厩肥培养菌种，效果良好。故在盛产草炭地区可将它配合厩肥使用。一般高位草炭营养較为缺乏，而且酸度較高，应用价值較小。低位草炭营养比較丰富，混于已发好之厩肥中調整酸度即可应用。据

苏联报导，用草炭种菇，其产量与一般通用的培养料所得的产量差别不大。但質量比較低下(子实体小，質地不紧实)。

表6 高低位草炭化学成分表

成分 种类	有机物	灰分	N	P_2O_5	K_2O	CaO	水浸液 pH
高位泥炭	98	2.0	0.8	0.05	0.03	0.25	3.0—4.5
低位泥炭	90	10.0	2.5	0.25	0.10	1.00	5.5—6.5

②血粉　血粉中含氮較多，磷、鉀甚少。各种营养成分含量的多少随血液种类而异。純血粉为黑褐色，含氮14%，磷0.5—1.5%，鉀0.7%，为濃厚的速效性肥料。在培养料入床之前混入1—2%可收到良好的效果。

2. 化学肥料　在培养料中加入化学肥料的目的是为补充蘑菇生长时必需的营养，如磷、鉀、鈣、硫等，改进培养料的物理性質，以达增产之目的。

(1)过磷酸鈣　过磷酸鈣中含有水溶性磷酸鈣16—18%，它可以补充磷、鈣营养的不足。一般用量为1—2%。从很多人試験結果看来，增产效果显著。

(2)尿素　尿素是一种速效性的有机氮肥。含氮40—48%。据苏联报导，在培养料中加入2%的尿素可收良好效果。沒有尿素，亦可用适量的人畜尿代替，但所加入之尿必經发酵，沒有发酵不可应用。

(3)石膏粉　很多人認为石膏粉对提高蘑菇产量具有一定作用。在化学方面，它可以中和因发酵所产生的碳酸氨[$(NH_4)_2CO_3$]而造成的碱性，从而使培养料具有适当之酸碱度。在物理方面，它可以改变培养料的粘結性而使其松散，有利菌絲之生长。

(4)消石灰　多数有机物在发酵过程中酸度增高，加入适、

量的消石灰可調节酸碱度，适于微生物的活动，加速有机物的分解，使有效性营养增加。从蘑菇本身看来也同样需要适当的酸碱度。据日本栽培情况，每 1,000 斤培养料加入 1—2 斤消石灰效果很好。石灰加入与否及其用量，可按培养料之酸度具体掌握。

3. 土壤　土壤具有吸附游离氨保存肥力的作用。其加入量通常为 10—20%，以河泥、塘泥或粘土为佳。如为保温保肥可用于粪堆的复盖。土壤还有緩冲发酵調节水分的作用，故发酵过度或水分过多时，均可以加入土壤适当調节。

（三）培养料的調制：

1. 調制的目的和要求　調制培养料的目的是将选取的肥料，經过适当的发酵使其在化学性質及物理性質上能够滿足蘑菇生长的要求。培养料在发酵过程中放出热量，这种高热可以杀死病菌及害虫。經过发酵的培养料，質地松散、柔軟、溫度适合，并含有丰富的纖維素、半纖維素及其他速效性的营养。

因蘑菇非常喜欢纖維素之类的营养，又加上培养料入床之后要供給蘑菇 5—6 个月間的生长之需要。故培养料不应腐熟过甚。一般以纖維变褐，尚有一定拉力而失去原有之粪臭的程度为宜，漚好之培养料pH值应在 7 左右。用过分腐熟的培养料种菇其产量极为低下。

2. 培养料的堆积时期　什么时候堆积培养料，应当由播种期来决定。原則上，以培养料漚好后隨即能入床播种，而不在外边放置很久为最好。因放置过久往往使堆内溫度降低，非常适于杂菌的发生。沈阳地区某些栽培者曾受过此害。

按东北的气候情况看来，播种期应在八月間，培养料的堆积应当在播种前 20—30 天进行。如采用新鮮馬厩肥，漚粪的

时間还可晚一些。但采用不易发酵的材料堆粪，則需提早，而且要用速效堆肥方法。

3. 培养料的組成 培养料的組成方式与产量关系极大。从国内、外的情况看来，組成培养料的方式也頗不一致。但基本上均是以厩肥、藁稈、化肥、土壤等組成。仅将国内、外普遍采用的而且效果較好之配合式介紹如下：

(1)馬粪藁稈培养料：

純馬粪(新鮮的)	50—60%
藁稈(麦草或稻草)	38—58%
石膏粉	1%
过磷酸鈣	1—2%
水	60%（即用手握有水滴由指間溢出）

此种是国内最通用的培养料，栽培成績很好。

(2)厩肥藁稈培养料：

含有80%的鋸屑褥草或藁稈褥草的厩肥	78%
麼 莖 稈	20%
过磷酸鈣	0.5%
硝 酸 銨	0.15%
石 灰	1%
水	适量(同上)

苏联用此培养料曾获得良好的栽培成績。

(3)牛馬粪藁稈培养料：

风干牛粪(新鮮的)	20%
馬 粪(新鮮的)	37%
藁 稈	20%
过磷酸鈣	2%
石 膏 粉	1%
水	适量

(4)牛粪藁稈培养料:

牛　　粪	50%
藁　　稈	47%
过磷酸鈣	2%
石　　灰	1%

(5)人造堆肥培养料:

①小 麦 稈(或其他藁稈)	95%
血　　粉	2.5%
过磷酸鈣	0.5%
氯 化 鉀	2%
水	適量
②麦　　稈	60%
馬　　粪(新鮮)	5%
細　　土(粘性的)	29%
血　　粉	2%
过磷酸鈣	3%
石　　灰	1%
水	适量

此培养料适于在缺乏畜粪的大城市应用。

4.培养料的堆积和保存

(1)堆肥場的准备　培养料堆积場应靠近栽培場，以便利于运輸。最好选擇地势稍高的平坦的粘土地，并在堆积之前将地面压实,杂物撿凈,为防止积水可在粪場四周适当的挖些排水沟。在多雨地区如能設一风雨漚粪場則更为理想。按东北栽菇适期看来，室外漚粪問題不大。假如需要在寒冷的冬季种菇則需采用坑式漚制或室内漚制的方法。

(2)培养料的堆积及管理

①堆积　先用已經被水浸透的藁稈鋪成厚10厘米、寬1.5

—2 米及一定长度的堆底，其上再鋪 6—7 厘米厚的已經搓碎的馬粪；粪鋪好后洒水使其达到完成湿潤(含水 60%) 为止。后在粪上再鋪 10 厘米厚浸过水的藁稈，再鋪粪再澆水。如是堆积到高 1.5—2.0 米即基本堆完。堆完之后在粪堆中央插入一鉄管，以便日后测量堆內之温度变化。

在堆粪时应注意以下几个問題：

a. 粪堆內之加水量必須适量，过多过少均不利微生物之活动，致使发酵迟緩，甚至不发酵。加水量以用手握紧培养料有水滴下时为宜(約含水 60%)。

b. 粪堆之体积不应过太，亦不应过小。过大不但管理不便而且通气不良、发酵迟緩。过小保温及保湿性不强，也同样不利发酵。堆形以长方形为好，因它比梯形堆散热面小，易于保温保湿。

c. 堆积时应保持适当之松紧度，以造成通气、保温有利好气性的纖維分解菌之活动，否則如堆积过紧，不但发酵很慢，而且常因嫌气分解使培养料的質量降低。

d. 堆好之后应用草帘等复盖物盖好，以防风吹日晒及保持堆內的温度和湿度。堆內插入的鉄管可分 30 厘米及 70 厘米深的两种，这样可以准确的测定不同部位的温度变化。

②管理　培养料堆好以后，第二天即应按早、中、晚三遍测量堆內的温度(至少应每两天测一次)，并記載于記录簿中，以作为及时翻堆之依据。此外，还应經常檢查粪堆湿度，如发現缺水应及时补充到适度为止。雨天应作好防雨及排水工作。

培养料堆好后，第二天温度便开始上升，因季节不同大約經 6—10 天(冬季长，夏季短)堆內温度便可升至 72—78°C，堆內温度达到最高点之后，便开始回降。在回降 3—4°C (堆温降至 60°C左右)时即可翻堆。

翻堆的目的是为調整堆內各部发酵均匀，并使其在降温之后再达到新的发酵高潮，从而使腐熟提早完成。

翻堆的工具有粪叉子、二齿子、鉄鍬等。

翻倒时应将上部移到下部，堆內移到堆外。在翻倒时如感到水分不足应随时調节，如感过湿則应稍稍翻晾一下，再行堆积。

第一次翻堆时要将 1% 的石膏粉($CaSO_4$)用随翻随撒的方法均匀加入。翻好之后仍堆成原来形状，并用草帘复盖。以后照例进行测温、調节湿度等日常管理。

在翻堆之后，当温度上升到最高点又开始回降时，再翻第二次，时間大約是第一次翻倒后的 5—8 天。在这次翻倒时可均匀的混入 1—2% 的过磷酸鈣。第二次温度高峯往往沒有第一次高，而且愈往后愈降低。就是这样在每次温度高峯之后翻一次，共翻三次左右，时間为 20—30 天左右，堆养料发酵即告完成。

发酵好的培养料应完全沒有粪臭，纖維呈半腐熟状态，質地松軟，具有彈性。据苏联报导，培养料堆积愈久，所得产量愈低。

以上所講，只是馬粪藁稈培养料的漚制方法。至于其他組成方式的培养料，如人造堆肥等則可采用速效堆肥的方法进行堆积。为节省篇幅，这里不再多叙。

(3)培养料的保存　在培养料已經腐熟适当，而其他生产准备工作尙未完成时，培养料則必須作好保存工作。其目的，一方面是为使保存的培养料仍具有适于蘑菇生长的优良理化性質；另方面是防止更多的病菌、害虫的侵入。

保肥的通用方法，有鎮压、加水、封堆、混土等办法，其基本原則都是造成嫌气条件，而防止其不断分解达到保存原有

状态的目的。封堆既能造成嫌气条件，又能防止病虫的侵入，实为保存培养料的良好方法。封堆所采用的土壤切忌带有砂石，故一般以土粒較細的粘土为宜。

三、播种及播种前后的工作

(一)播种的准备工作

1. 菌种及化学药品的准备　培养菌种需要很长时間，为做到及时播种，必須在播前将菌种备齐。菌种培养要有一定設备，为了保証質量，多在专門机构生产。栽培单位应在播种前两个月向菌种生产单位預購(具体培养方法見第三章)。

所用的菌种必須是絨状菌絲丰富、粗壮，綫状菌絲沒有或很少的純菌种，用这种新菌种播种，活力旺盛，出菇早、产量高。綫状菌絲过多的，貯藏过久的菌种，往往因生活力降低而不适应用。

据我們栽培情况看来，采用原种栽培出菇早，子实体肥厚，条件具备亦可采用。

栽培場消毒时，需要硫磺粉、666、DDT、福尔馬林等化学药品及消毒用的火爐、鉄鍋、噴霧器等工具。这些东西也必須提前准备好。

2. 栽培場、菌床、培养料的准备　栽培場选定之后应及早設置好通风、加温設备，在徹底清扫之后，其内設以相应的菌床。如系連續栽培，亦应将旧床拆开移到室外进行晒晾、涂漆等消毒保养工作，并将室内重新清理之后进行下一茬的播种。

菌床設置好之后，培养料入床之前，应进行室内徹底消毒。一般可采用2%的福尔馬林液。噴药以后封閉門窗，悶蒸三天后，排出毒气。

室内消毒后培养料应立即入床。培养料入床前的最后一次翻倒时应将含水量调节到合适的程度，一般为 60—65% 左右。低于 50%，会使菌絲生长不良，甚至停止生长。

在培养料入床前应将除入料門以外的其他門窗封好。每一床内培养料的厚度压实后为 20—25 厘米，太薄常使产量降低。所装的培养料应充分压实。因床框高度不同培养料之厚度亦可自由調节，原則上以复土后床边外露 2—3 厘米为适，因床边留的过高，常会造成从床边生出的子实体因挤压而变成畸形。

培养料装好压实后随即进行“发汗”及药剂熏蒸。

因装床的培养料是半腐熟状态，故仍有較高的发热能力，因此在室内产生大量的水蒸汽，并因过冷而凝結成水滴，对此現象称为“发汗”。

发汗是种菇的重要环节之一。在发汗的高潮，培养料内的溫度可达 60°C以上，因此具有除虫灭菌的作用。此外对含水不匀的培养料因水气的移动达到合理的調节。在发汗过程中室溫也显著增高，这对提高药剂熏蒸的效果具有极大的作用。发汗的持續期因培养料的腐熟度及入床的紧实度不同而异。腐熟度較差，压的紧，时間較长；反之則短，一般可延續一周左右。

在发汗的第 2—3 天后，可进行室内硫磺、6 6 6 熏蒸。这种作法兼有灭菌除虫之作用，效果很好。通常用药量为：硫磺粉每立方米 30—50 克，6% 的 6 6 6 10 克。具体作法是：先将鉄鍋或瓦盆在室外（或室内）无烟煤火爐上加热，后連同火爐一并移入室内，将定量的药迅速投入已燒紅的鍋中，馬上退出室外封門即可。如室内过大，用药量很多，亦可分放数点熏蒸。熏蒸时应注意勿将火爐靠近菌床、門窗等木質物品附近，

图 39　熏蒸的情形

以免发生火灾。在熏蒸前火爐內的煤或木炭的量应适当。为防止事故发生，熏蒸的开始应在午前。这样就可以随时通过玻璃窗子观察火爐的燃燒情况。

熏蒸历时 2—3 天即可打开通气孔或小窗子排除毒气，以后即可播种。

除此之外，亦可采用培养料消毒。我們用 50 倍液福尔馬林以每平方米(厚 20 厘米)用稀釋液 10 斤的葯量进行培养料消毒，所得效果很好。其作法是：将葯按需要倍数(即一升水中加 25 毫升的福尔馬林)配好后均匀的噴在培养料上。为达到均匀可随拌随噴。噴葯后立即用草帘复盖、悶蒸三晝夜，以后去其复盖，經过 3—4 天的发散即可播种。应用福尔馬林熏蒸，室温应在 20°C以上。温度太低效果不好。

(二)播种

1. 播种期　可以人工調温的栽培場，四季均可播种。虽然如此，但在炎热的夏季，栽培室内設置降温設备，生产成本要大大提高，而且常因某些条件限制不能安設。因此，不管是人工調温栽培場及一般栽培場，播种期的問題均应加以考虑。具体播种时間可依蘑菇的要求及各地的气象条件决定。从东北的中、南部看来，播种期以八月中、下旬为适。因此期室內温度多在 20—30°C 之間或稍高一些。在这种温度下正适合菌絲的生长。到九月末以至十月間，正当出菇开始以致达到盛期，而此期的温度多在 14—16°C左右。到十二月以后室温降低不适蘑菇生长时，則可适当加温。在寒冷季节种菇，病虫害少，且子实体粗壮、品質优良。反之，如将播种期放在春季菌絲生长期間，虽然可以用加温的办法供給温度；但当出菇盛期正当炎热的夏季，在高温条件下，子实体常常不易形成，而且病虫害甚为严重。即使出菇，其子实体也多瘦小，香气很低。

2. 播种方法　蘑菇的播种方法亦可分为撒播、条播、穴播三种。但为了提高成活率，增强对杂菌的竞爭力量，多采用穴播法而不采用撒播和条播法。

当培养料发汗結束之后，每天即要在不同点上测定温度。在連續檢查的 2—3 天中，床温稳定在 25°C左右时即可播种。下种前先将所需的菌种携至室內，并按面积分配好。如采用菌磚播种可将其分成适当大小（700 立方厘米的菌磚可播 10—15 穴）放在盛器中备用。采用瓶装菌种时可将瓶子击碎再将菌种分割成小塊，为减少对瓶子的浪費，亦可用挖倒的方式播种。

播种量及株行距的大小，与产量的关系很大。一般說，增加播种量可提早出菇而且增产。株行距小一些也有同样的作

用。通常采用的株行距是 18—20×20—25 厘米之間。播种量为每平方米用瓶装菌种(600—700 毫升容量)1.5 瓶左右。如以原种播种可减少播种量。

具体播法是:将培养料用手挖一深寸許、直徑二寸左右的小坑,将适量的菌絲塊播下后用挖出的培养料复盖并适度鎮压。为日后便于檢查成活率,可在播穴当中留一小孔使菌絲稍稍外露。

播后 6—7 天应檢查成活情况 如在正常条件下經 6—7 天菌絲尚未发出白毛(新生的菌絲),則应补种。采用干燥菌絲播种因其恢复生长需一段时間,故成活率的檢查可在播种十天以后进行。

播种后应特别注意保持室內湿度 为作好保湿工作,可将門窗关閉 3—4 天,必要时可在菌床上盖以消过毒的湿草帘。經驗証明,播后室內湿度保持在 90%以上,菌絲成活极好,在这种条件下經 3—4 天培养料表面即可見絨状菌絲。

在播种 3—4 天之后,可选无风天气通风 2—3 小时。

(三)复土

1. 复土的作用及土壤的选擇 由于菌絲发育阶段的关系及复土的物理刺激的作用,菌絲就由生长阶段轉变为繁殖阶段。故洋蘑菇只有在复土之后才能大量出菇。

复土的种类、时期、厚度、方法,与蘑菇的产量及品質关系甚大。

采用砂土复土虽出菇較早,但多为产量低下、品質不良,而且保水、保温不好。以粘土复用常常因頻繁的噴水而造成土壤板結、龟裂,影响菌絲生长及幼菇出土。一般認为以土粒中等大小、微碱性(pH7.1—8.5)的,容气量較大而且具有良好結构的壤土为最好。如草皮土、含腐植的壤性草根土等。

为防止将病菌、害虫、草籽带入栽培室，应选擇地面一尺以下的生草土壤。

2. 复土的准备　所用复土均应在事前备好。在无风的晴天将选取的地下土挖出，攤晾，并适当打碎，至半干时，用篩孔直徑为 0.5～0.6 厘米的篩，篩出中等大小的土粒，并放在清洁之場所晒干进行日光消毒。干后运回栽培場以备复用。在条件允許时，亦可进行蒸汽灭菌或葯剂消毒(噴洒 50 或 40 倍福尔馬林)。据我們以日光暴晒消毒之土壤作复土的結果看来，还沒有发生杂菌。采用粒状土壤的目的是为防止板結和利于通气，否則以細土复用亦可。

如在冬季栽培，复土則必須在結冻前准备。

3. 复土时期　恰当的复土日期能提早出菇提高产量，否則会产生相反的效果。复土过早常因氧气不足使菌絲生长不良产菇較少；复土过晚亦常造成菌絲过度生长而老化，致使产菇期推迟，降低产量。

通常以播后 14—20 天，菌落直徑(即播穴处菌絲长出土表的直徑)达 10 厘米时是复土最好的时期(图 40)。

4. 复土厚度、方法　复土得当，可使菌絲体、子实体发育良好；否則会造成子实体变形或过小等現象而影响产量及質量。在栽培場中我們常見因复土过厚致使子实体因受压太大而变形，或因复土过薄使子实体多在土面形成而长得非常瘦小，甚至根本不再往大生长。通用之厚度为 3—4 厘米，可視土壤种类而异。輕松的砂質土可复 4—5 厘米；而粘重的土壤 2—3 厘米即可。

具体的复土方法也各有不同。有的是将复土湿度調好之后再复。这样作法我們覚得操作非常不便，工作效率旣低，又容易破坏土壤結构，故以采用干土复用最为方便。但干土的

图 40　复土前菌絲生长狀况

硬度較大，第一層复土动作应輕，以免使菌絲受到机械損伤。其作法是：先將土粒复上一薄層，并用噴霧器調节水分，使土粒含水量达到用手一握成团又易于粉碎的程度。复第一層土时，为防止土粒由培养料中及菌絲体內吸收水分，应适当多噴些水。如是一層層的复下去达到适当厚度即可。复土时应注意水分調节，噴水切忌对土粒冲击而使結构破坏。在已經噴过水的土粒上再行复土时不应压得很紧；否則常会使土粒粘結成塊，从而造成板結之硬盖，压迫子实体变形。

干土粒吸水需要一定时間，故在調节复土水分时，应当輪迴进行。即每复一層土后少噴些水，隔 20 分鐘左右再进行第二次調节，在这段时間可到另一处复土。一般調节二次，土粒即可达到全部湿潤，而且不会产生积水过多之現象。

四、管理及采收

（一）栽培期間的管理　蘑菇对外界环境变化极为敏感，又加上蘑菇病虫害的发生也与环境条件密切相关，因此，对栽培条件的合理控制常成为种菇成败的关鍵問題。

1. 温度的調节　温度是蘑菇必要的生活条件，只有在适当的温度条件下，才能完成它的生活周期。

蘑菇的菌絲生长与子实体形成所需的适温差异很大。下种至复土期約經 14—20 天（在 20—25°C条件下）。此期是菌絲生长阶段，菌絲生长的温度范圍大約为 7—32°C 之間。但为促进菌絲生长，应保持温度在 22°C 左右，低于 18°C，菌絲生长比較緩慢，在 9—13°C条件下需經 40—50 天才能复土。但温度过高并不理想，高于 30°C常常造成菌絲提早衰老而降低产菇能力。

复土到子实体出土約經 20—30 天（指在正常条件下）。此期之前半段时間仍是菌絲生长阶段，应保持温度在 20°C 左右。其后半段时間逐漸的过渡到菌絲生长及子实体形成阶段，需要温度較低，故应逐漸将温度降至 10—16°C 之間，以 10—14°C 較为合适。如温度过高，子实体常常长得瘦小，香气很低而且产菇期縮短，病虫害增多。在适温（10—14°C）条件下子实体长得粗壮、香气濃、病虫害少，而且产菇期較长。在低温条件下（7°C 以下）子实体生长較为緩慢，低于 4°C 则可能产生冻害。

2. 湿度的調节　蘑菇体內的含水量很高，只有在适当的湿度条件下才能保持它体內水分的平衡，缺乏这种足以保持平衡的水分的供应，蘑菇也就不会长好。保持水分平衡，应从調节空气湿度及培养料的水分两方面着手。

(1)空气湿度的調节　自下种至整个采收期中，室內的相对湿度均应保持在85—95%之間。空气內的湿度过低，常常造成床內水分大量蒸发至使菌絲生长不良，子实体瘦小，重量减輕，品質变劣，而且常常会造成菌盖变褐龟裂，甚至枯死。

当菌床因水分大量蒸发而变干之后，必得常常噴水，而这种作法对菌絲及菇体生长常常造成最坏的影响。故在对病虫害控制較好的情况下能保持相对湿度在90%左右，对蘑菇的生长是最有利的。

栽培場內湿度的变化，受季节气候变化的影响很大。在較热的夏季，室外之气温高于室温而且含有較多的水汽，故当室外空气入室之后，常会使室內湿度增大，因此，在夏季种菇場內的湿度易于保持。但在秋季以后室外空气非常干燥，室內常受这种干燥的冷气影响湿度大大低降，故在秋天应特别注意对栽培場內的湿度的保持。

室內湿度的保持还与菌床之設置等有关。層迭式菌床因室內空間小，水汽来源（床面蒸发）較多，保湿容易；但采用畦床式或壠式栽培，因室內空間較大，水汽来源少，常不易保湿。

湿度之調节可按不同情况灵活掌握。在保湿較好的情况下，采用地面洒水、空中噴霧或地面放置水桶、空中悬挂湿草袋的办法即能解决。室內过干则可采用湿草袋复盖法，并随时往草袋上噴水用来保湿。

室內湿度过大时，則应用加强通风，减少室內洒水。如仍不能达到目的，亦可在室內空中悬挂木箱，其內放入生石灰用以吸湿，潮解之石灰应随时变换至达到要求为止（实际生产上用这种办法是很少的，只有在特殊情况下——即按室温情况确实不应通风，而按湿度情况又迫切需要通风时可以采用

此法）。

(2)培养料、复土的湿度调节　蘑菇生长所需之全部水分，主要来自于培养料及复土。为使蘑菇能正常生长，我們必須按着它的特性来调节培养料及复土的水分而达到合理的供应。

蘑菇的特点是：特别怕水流之冲击。因此，就是在特别缺水的条件下象噴花一样的直接往菌絲及子实体上洒水也会造成极坏的后果。子实体被水冲击之后，幼菇多变褐、萎蔫、生长停止；稍大的也常常造成菌盖变褐、变黑及过早的开伞。故在蘑菇的生长过程中，如能保持培养料及复土的一定湿度，其噴水之次数以愈少愈好。

在播种以后，如发现培养料过干，可用噴霧器在菌床上輕輕噴洒，而且尽可能往播穴附近少噴。复土以后，土壤之含水量应在50—60%左右。在子实体出土以前可按着要求随意調节。此时应注意的是防止因噴水而造成对土粒結构的破坏。故噴水时噴头应离菌床远些，清水細霧实为理想。

前边已經談过，出菇期噴水常会影响菇体生长，甚至造成大量死亡。但在菇体发育阶段培养料及复土的湿度过小，亦会造成子实体瘦弱、干燥而失去其商品价值。在此缺水而又不可噴水的情况下，可采用以小口壺在子实体之間无菇之間进行灌水的办法；或者在干土上盖一層湿土亦能达到目的。等正在成长之菇达采收期，而且全部采收完了并补好土之后再行全面噴水。

3. 空气的調节　蘑菇具有較强的好气性，給它以适当之空气，可促进其生长，而且可减少病虫害的发生。

换气除能調节温、湿度外，还能排除由蘑菇自体呼吸及培养料分解所产生的抑制菌絲生长的二氧化碳气。在室內二氧

化碳沉积过多时，出菇显著减少，甚至全部窒死。故换气亦是日常管理的必要工作。

具体的换气时間应按不同情况合理掌握。如室內菌床过多且室內通风設备不好，則应每日进行一次；但如室內菌床較少，空間較大，而且通风設备很好，可每2—3日进行一次。除此之外，通风还应在以保持室內的适当温度、湿度的条件下进行。一般通风应在无风天进行，冬季应在晴天的中午，夏季应在清晨或午夜。换气时間为2—4小时。

4. 光綫的調节　洋蘑菇比較喜欢黑暗，但在菌絲生长阶段給以适当之散射光，則可加速菌絲的生长，在我們的菌种培养光照实験中，充分的說明了这一点。其給光的方法可以利用天然的散射光，或者是微暗的电灯光。

以上虽然分别的介紹了环境因子的作用，但总的来說，因子之間是互为影响的。如溫度影响湿度，湿度也能反过来影响溫度。因此，在具体掌握时应注意环境条件的综合作用。

据我們初步观察，在菌絲体生长阶段，溫度在18°C或15°C时，虽然生长較为緩慢；但其生长势非常旺盛，因而为提高产菇力創造了良好的基础。我們采用这种較低的溫度和較高的湿度（90%以上）栽培蘑菇，曾获得了滿意的結果。菌絲生长期在18°C的条件下，而子实体出現时控制溫度在10—12°C、湿度90%以上时，不仅病虫害极少，而且子实体的发生亦非常旺盛。在这种条件下，子实体长得特别肥厚，一般每个子实体的重量均在50—100克之間，較重者可达200克，有一次曾經长出过一个重600克的蘑菇。由此可以看出，即較低的溫度和較高的湿度和适当的通气是非常有利于蘑菇生长的。过高的溫度虽然生长很快，但因其菌絲的迅速老化，产菇持續期往往較短。

(二)采收

1. 采收的适期及方法　蘑菇的菌伞在将开或未开之际是采收之适期（图 41）。此时菇体柔嫩、产量高，风味也异常优美。当菌伞已經大开之后再行采收，菌褶变黑，組織变老，食用价值大为降低。因蘑菇具有后熟作用，在采后如需远运或加工，则应在菌伞尚未开張时采下。一般采收过晚重量幷不能增加，个别情况下因水分的损失还会减产。

采收方法亦应适当的講究。方法不当（如用手直接摩擦菌盖等），常使菌盖变色，失去原有的洁白美观，同时也較易伤害下層菌絲而减低日后之产量。

采收的方法是：輕执菌柄，左右撼动，幷向下輕按再旋轉一下即可取下。如遇两菇非常靠近时，应用左手輕按留下之菇，然后再行采收，以免因对菌根的活动造成死亡。对丛生而且只有一个主柄的子实体群体的采收，可用較鋒利的刀将其全部割下；否则即使留下小菇日后亦不能生长。

蘑菇采下之后应随即将带泥的菌柄部分削去，进行包装。

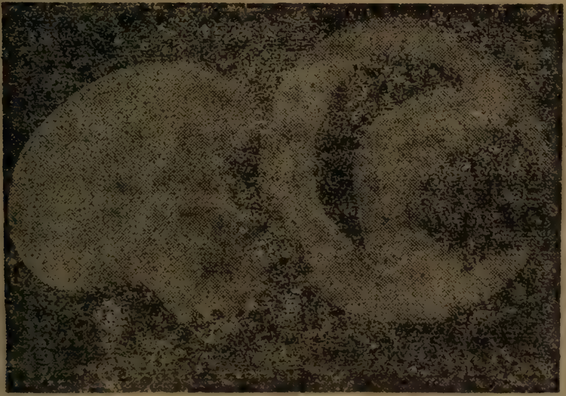


图 41　采收适期的子实体形态

包装时切忌对菇体的挤压。如为当地销售，将菌盖向上放在垫有軟草的框或箱中即可。远距运輸时应将一定数量的菇装一小箱（数量太多会損伤菌体）后再装入大箱中。采下之菇，如不能立即食用时，可放在冷凉（4°C）湿潤的場所貯藏2—3天。如需长久的貯藏，必須制成加工品，但不能干藏。因干藏不但重量大减，而且风味也比鮮菇差得很多。

2. 采收后应进行的工作

(1)剔根 在采收后的蘑菇下層，常有成塊的衰老菌絲塊，这种老菌絲已經失去生菇能力。如不将它挖出，不但占据了蘑菇的生长地位、影响产量，而且它非常容易腐敗及誘发病害之发生。故采收后必須把它及其附近的老菌絲挖出携至室外。这种老根細胞組織和菌盖一样，亦可供食用。

此外，因管理不当也常出現枯死的小菇，对这些也应一并清除。

(2)补土及噴水 采收及剔根之后，床上土壤减少，故应将缺土部位补平。在补土之后应立即調节复土湿度达到合适之程度。

3. 蘑菇的产量及产菇周期的变化 单位产量之多少与栽培技术的好坏关系极大。普通每平方米均能产菇 10—15 斤左右，較高产者，可达 20—30 斤。在农业大跃进的今天，蘑菇的产量也一定叫它翻几番。我們想，每平方米产 50—60 斤是很有可能的。如果达到这个标准，我国的蘑菇产量也是超国际水平。

每播种一次，出菇时間可持續 5—6 个月。在这段时間里，出菇情况成周期性的曲綫变化。蘑菇第一次长出后，其产量則逐漸增加，而后又下降；但經过某些时間又重新增长和又一次下降。經过 3—4 个月的增长下降，周期变化即将結束，产

菇量也逐漸减少；再經1—2个月，出菇即将停止。在末期，菌床上常出現菌柄很长，菌伞很小的畸形菇，此是产菇終止的标志之一。

（三）栽培床架的保养及用后之培养料的处理　每当一茬蘑菇发生終止时，应隨即将培养料移出栽培室。如系用木制菌床栽培的，应将菌床拆洗晒干并涂漆保养；同时将栽培場打扫清洁，进行充分的通风，至下一次播种前20多天将栽培床架装好消毒备用。

常年連栽时，在前茬蘑菇收获期終止后，应立即将用过的培养料运出，进行室內清扫通风消毒，以防病虫发生及床木的腐烂。一切工作作好之后，即可将新培养料入床进行下一茬播种。

（四）栽培日記　蘑菇的增产有待栽培技术的不断提高。栽培技术的提高又必須依靠对栽培实踐过程中的經驗的积累总結。为系統地、科学地总結生产經驗与問題，单靠人們的記忆是不够的。因此，在栽培过程中最好能建立栽培日記，并作簡要的記載。

栽培日記的形式可按需要自行設計。这里附一个栽培日記的样子，供讀者参考。

栽培日記

栽培面积：2米²

栽培場地：地下室箱式栽培

1957年		室內溫度	室內濕度	采收量		摘要
月	日	(°C)	(%)	个数	重量(克)	
7	10—30					培养料堆积：时間20天。組成：麦草40，新馬粪57%，石膏粉1%，过磷酸鈣2%。
8	4	23	85			培养料入床。厚度25厘米。封閉門窗发汗。

（續表）

1957年 月	日	室內溫度 (°C)	室內濕度 (%)	采收量 个数	重量 (克)	摘要
8	6—8	30	95			早8时熏蒸。每米^{3}用30克硫磺粉，及10克6%的666，關蒸48小时后排毒半天。
8	12	24	95			經連續两天測定床溫稳定在26°C。午后播种。菌种是瓶装原种，質量良好，每米^{2}用一瓶株行距20×20厘米。
8	19	24	95			成活率檢查：成活100%。
8	20	24	95			菌床內个別地方出現青霉。局部清除，后噴射0.2%升汞水局部消毒。
8	26	23	90			以具有結构的地下草皮土复土。厚度4厘米。
9	20	17	88			出菇。
10	1	16	85	40	1,230	第一次采收。
10	8	15	80	60	1,510	因濕度小以草帘复盖，并在其上噴水。
10	15—20	13.5	85	95	2,756	个別子实体发生褐腐病，局部清除。
11	1	13	90	30	450	因褐腐病損失500克。病菇清除后，采取0.1%升汞局部消毒及大通风。
11	10	13	80	28	320	病势漸輕。
11	25	12	85	89	2,510	
12	4	12.5	90	25	30	
12	10	13	90	71	2,135	
12	15—21	13	95	32	1,820	
12	29	14	90	24	560	

（續表）

1958年		室內溫度	室內濕度	采收量		摘要
月	日	(°C)	(%)	个数	重量(克)	
1	13	12	90	58	2,130	
1	25	12	85	35	723	
2	3	13	80	5	89	
2	15	13	85	2	30	
合	計			574	16,293	

以上栽培日記的記載項目及日期都比較少，如願意詳細記載可每天进行。在同一栽培室內有不同处理的菌床，可在采收及摘要項目中另划出第一菌床，第二菌床等格式，以便分别記載。

第五节　蘑菇病虫害及其防治

要想获得蘑菇的高产，除掌握一般的高度农业技术之外；对病虫害的防治也极为重要。在某种情况下，病虫害对种菇的成功与否及产量高低常起决定性的作用。单从沈阳地区看来，失敗的主要原因常是病虫害防治得不好。

病害有因日常管理不当所致的生理病及因一定的病原菌对蘑菇的寄生所引起的寄生性眞菌病。

我們常見：在高温条件下，子实体长得瘦弱，香气很低；在空气干燥的条件下，菌体变小，菌盖易于龟裂；在室內二氧化碳积累过多的条件下，蘑菇生长受到抑制等。这些不合乎栽培目的的反常現象均称为生理病害。对这类病害之防治，只有通过良好的栽培技术解决。关于这一部分，在前面“管理”

一节已經談过，故不再重复。这里仅重点的介紹一下眞菌病害、菌床上的杂菌及蘑菇的害虫。

一、病 害

（一）菌床上的杂菌 所謂杂菌是指菌床上除栽培的蘑菇之外，还有不可食的其他腐生菌类。这类菌对蘑菇虽然沒有直接危害；但由于对培养料营养的竞爭及杂菌分泌物的影响，由于杂菌的菌絲或子实体的强烈生长及高度的适应性，常常会抑制蘑菇菌絲的生长及子实体的形成，招致严重的損失。为便于認別，将几种較常見杂菌的形态介紹如下。

1. 馬粪鬼伞（*Coprinarius fimicola* Fr.） 主要在厩肥发酵初期发生。生长甚为迅速。最初菌伞很薄橢圓形，后变成鐘状灰白色，菌盖上无綫状条紋。初生菌褶灰褐色，后漸次变黑。此菌可自体溶解，并流出黑色之汁液。菌柄細长中空，无菌环。孢子黑褐色，两端稍大，扩橢圓形（图 42）。

2. 条紋鬼伞〔*Coprinarius hiascens* (Fr.)〕 菌伞橢圓形，灰白色，呈綫条状。开伞后自体溶解流出黑色汁液。菌褶初褐色，后变黑。菌柄細长，无菌环，孢子黑色（图 43）。

3. 彩节蕈（*Paneolus retirugis* Fr.） 多在馬粪及腐草上发生。菌伞半球形，淡黃色，漸次变为淡褐色。在湿潤条件下带有粘性；干燥条件下則有較强的光澤。菌褶初期褐色，后变黑。菌柄細长强固，中空（图 44）。

4. 石膏状霉菌（*Papulaspora byssina*） 該菌在培养料上床后不久便在表面上出現，尤其在表面湿潤时更甚。这种眞菌最初生成直徑 20—30 厘米的白色霉状斑塊，以后在斑塊中間变黃，最后变褐，斑塊边緣仍为白色。当培养料上复土后此菌发展到土層，并且在土表形成与蘑菇菌絲斑塊相似的白色

图42 馬粪鬼伞(*Coprinarius fimicola* Fr.)　　图43 条紋鬼伞(*C.hiascens* Fr.)

斑塊。随后此斑塊消失，而在原斑塊处出現恰似砂粒的黃色粒状物。这种粒状物也在培养料深处形成。

这种杂菌往往与蘑菇菌絲混同生长，从混同生长的斑塊中很难鉴别出此杂菌来。然而观察指出，在蘑菇菌絲处出現此种杂菌时，蘑菇菌絲成活不好，或根本不能成活。

在 50°C 温度条件下此菌死亡。

此外，在菌床上亦出現念珠霉（*Monilia fimicola* Cost et Matr），頂囊盘菌（*Peziza vesiculosa*）等。

制造菌种时发生的一些杂菌，如青霉（*Penicillium sp.*）毛霉(*Mucor mucedo* L.)等也在菌床上出現。

（二）蘑菇的寄生性病害　蘑菇寄生菌是依靠蘑菇的营养

图 44 彩节蕈(Paneolus retirugis Fr.)

生活。蘑菇由于被寄生的結果，造成腐烂、死亡，严重时在盛菇期会遭到全部毁灭。

根据我們栽培的情况，在低温下(11—12°C) 几乎无病害发生。

根据文献記載：在栽菇場中常发生的病害，为害性最大的要算褐腐病 (*Mycogone perniciasa* Magn) 和褐斑病 (*Verticillium Malthousei* Ware)。

1. 褐腐病(*Mycogone perniciosa* Magn.)

(1)病征 被害之菇很快失去强韌性，最初是部分組織变褐，后期則全部变褐，并在病菇表面生出白毛，以后病处常

流出褐色带有細菌之粘液。发病末期子实体蜷縮腐敗，具恶臭。

(2)病原菌　菌絲无色有横隔及分枝，直徑4微米，具分生孢子及厚垣孢子两种。分生孢子梗具分枝，頂端着生分生孢子；分生孢子无色，单孢或双孢，形状如葵花籽大小10--20×4微米。发病后期在某些菌絲的頂端产生厚垣孢子，其形如葫蘆，双孢，上部之細胞球形，直徑15—20微米，初期无色，成熟时淺褐色，其上复以疣状之厚膜，下部細胞无色，紡錘形或半橢圓形，表面光滑，大小7—15微米×10—16微米(图45)。

此病菌在21—28°C可大量繁殖。在洋菜培养基上經暴光照射（46°C条件下）經6小时則可全部死亡。在土壤中49°C条件下48小时致死，而62°C时不到1小时即死亡。

它的孢子在70°C左右的厩肥堆中經两天可死亡。

图45　褐腐病菌(*Mycogone perniciasa* Magn.)
1.分生孢子梗；　2.在菌絲頂端形成的厚垣孢子；　3.分生孢子；
4.放大的厚垣孢子(放大400倍)。

(3)发病环境及傳染途徑

湿度过高，通风不良，溫度过高或在一切不利蘑菇发育的条件下均易发生此病。

此病多从采菇后的残留物(如折断留在床中的菌柄等)上首先感染。从生产中看来，此菌之来源主要是土壤而不是培养料。

2. 褐斑病(*Verticillium Malthousei* Ware)

(1)病征　多在菌伞，菌柄或菌褶上形成褐色斑点，得病的子实体常失去坚固性，稍稍变褐或各种畸形。严重时蘑菇可以腐烂。幼菇发病多产生变形現象，在大菇上发生时多产生局部的褐色斑点。与褐腐病不同处是子实体腐烂的过程慢，且不流褐色之粘液(图 46)。

图 46　褐斑病之症状(仿Ware)

1、2. 幼菇被害后变为畸形；3. 成菇得病后子实体上出現褐斑。

(2)病原菌　菌肉表面上之菌絲为白色，絲状，有分枝及横隔，直徑 1—5 微米。分生孢子枝輪生。分生孢子椭圆形或短棒状，无色单孢，大小 3—16×1.5—5 微米。从孢子枝上脱落时，大量孢子集合成孢子团，每个孢子团含有 64 个或更多的孢子(图 47)。

病菌孢子在 40°C条件下 6 小时即死亡(Ware 1933 年)。

3. 干性坏疽　此病表現剛出的幼菇开始生长很慢，以后

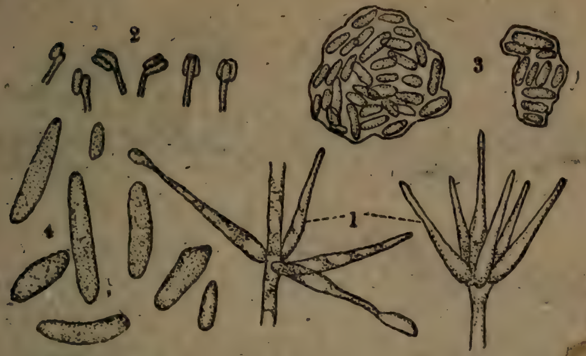


图 47　褐斑病的病原菌(*Verticillium Malthousei* Ware.)
1.分生孢子枝(放大1,000倍); 2.分生孢子枝上的分生孢子;
3.分生孢子团; 4.分生孢子(放大1,400倍)。

开始变暗,皺縮,变干,革質化,最后死掉和腐烂。

該病的确切起因尚未查明。一般認为是由于生理原因——缺乏正常营养和栽培蘑菇所必須的其他条件所致。当在培养料湿度低(35—40%)、发干及通风不好、室内聚集大量二氧化碳时，很多子实体发生此病。在菌床上出現很多幼菇而迟迟不长时多半是此病所致，这是菌絲不能充分供給蘑菇生长所需要的大量营养的緣故。

此外，收菇时破坏了邻近幼菇的綫状菌絲以及幼菇綫状菌絲被昆虫幼虫所破坏时，也都出現上述征状。被害的幼菇停止生长,并且死亡。有人指出,培养料养分消耗尽时也出現干性坏疽。

4.銹病　本病为細菌病害,先在菌盖表面出現褐色斑点,后为暗褐色,一直扩大到全菌盖(图 48)。銹病一般出現在高湿和室內通风不良的条件下。

5.萎蔫病 (*Fusarium spp.*)　感病蘑菇是由鐮刀菌的某

图48　銹病

左　健康蘑菇；右　感染銹病的蘑菇。

些种引起的。主要有*F.o ysporum* Schlecht. *F. Martii* App and Wr. 等。

蘑菇感染萎蔫病时，子实体发生褐变，并始終很小而不再发育长大，最后蘑菇全部死亡。

除上述的較严重的病害外，据苏联报导，还有干腐病(*Spicaria sp.*)，灰綠霉病(*Myceliophotra lutea* Cost.)等。从目前发生情况看来为害不大。

（三）病害防治　“先下手为强，后下手遭殃”，这句話对病虫害的防治也还适用。为了避免“遭殃”，就应当以預防为主。如預防后仍有病害发生，则应采取积极的防治措施。为了作好病害防治工作，必須切实作好以下几点：

1. 搞好环境卫生及室内卫生，杜絕病菌感染来源。培养料之堆积必須經过高热发酵，而且漚好后应立即使用；否則应加土复盖以防更多的杂菌侵入。培养料入床前，室内、菌床、門窗、工具应作好消毒。所用之药剂有2％的福尔馬林；10％的石灰乳（噴洒或涂抹），亦可采用1—4％的漂白粉，用法是：先将漂白粉用少量水稀釋，再加足水量，泡1—2小时，攪拌均匀后噴射；

2. 培养料入床后必須作好发汗工作及室内药剂熏蒸工作（方法見前），必要时亦可用50倍液福尔馬林进行培养料消毒。

3. 复土应从地下取，而且起碼应进行日光杀菌；有条件的可用蒸汽消毒（90—100°C，1—2小时）。消过毒的土壤应放在干净的房間备用，冬季可采用冻土消毒。

4. 采用純洁之菌种。

5. 栽培場内应禁止閑人随便出入，每次入室最好脚上应踏以石灰消毒。

6. 在栽培室中有病害及杂菌发生时，应及早清除；并用0.1—0.2%升汞水对发病处进行局部消毒。

7. 栽培室应經常通风换气，作好温湿度調节工作。很多病害，尤其是干性坏疽病和銹病在通风不良时往往大发生。

8. 如果因疏忽等原因，室内病害大发生，并将釀成毁灭性时，可在收菇后进行室内熏蒸；也可以进行大通风、大降温、待病菌因条件不适而致死后，再調节到正常的温湿度。这样下部蘑菇菌絲便可繼續出菇，但这是不得已的方法，因为这样作必将影响产量。

二、虫 害

害虫可以直接加害蘑菇，同时也傳播了病害。目前发生較重的害虫有菌蝇、紅蜘蛛等。

（一）蘑菇蝇 这是以幼虫为害子实体的蝇类，現在发現的共有两种：

1. 菌蝇（*Aphiochaeta albihalteris* Felt.） 菌蝇〔图49之(1)〕成虫是一小形之蝇子，体长0.2—0.3厘米，展翅0.3—0.5厘米，头胸部大，腹部甚为細小。幼虫如蛆，体长0.8厘米、体寬0.08厘米，白色或黄色。卵多产在菌柄下部，产后三天左右即可孵化。幼虫最初侵害菌柄，后至菌伞部，穿成多数小孔〔图49之(3)〕。幼虫期約7—10天，一年数代。

此虫繁殖力甚强，每头雌虫可产卵千枚。在高温条件下发生严重，低于 13°C 多不发生。

2. 菌蛆(*Sciar amultiseta felt* etal) 是一种比菌蝇还小的蝇子，体长 0.16 厘米，展翅 0.3 厘米。幼虫白色，为害方式与菌蝇相同[图 49 (2)]。

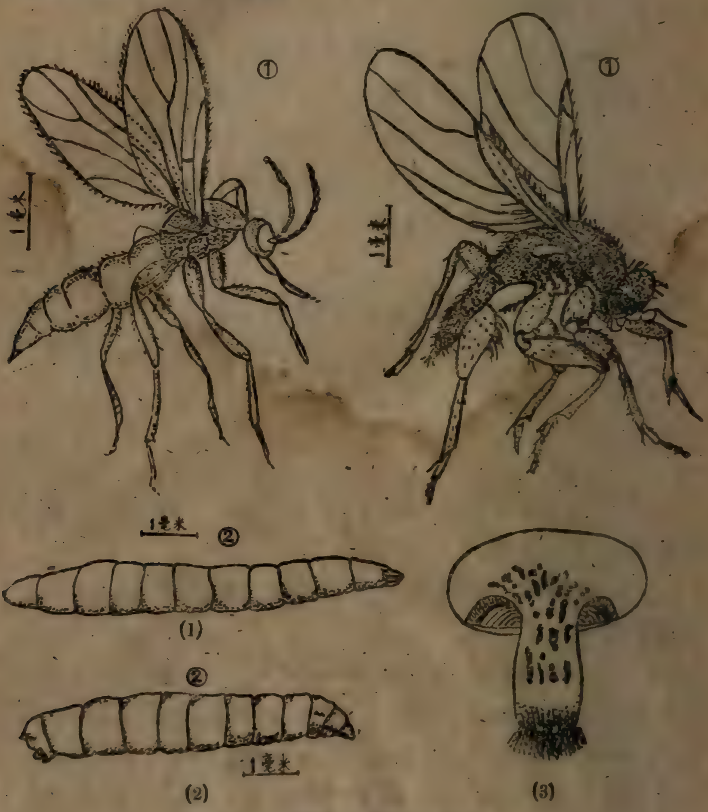


图 49　菌蝇和菌蛆的形态

(1)菌蝇：①成虫，②幼虫；(2)菌蛆：①成虫，②幼虫；(3)被蛆为害之蘑菇。

3.防治法　为了防止害虫从室外侵入及在室內繁殖，应在門窗室內噴射 50—100 倍 DDT，所有門窗均应装上細紗。一旦室內已經发生应再在室內噴射 DDT 消灭成虫。对被害的蘑菇应及早清除室外处理。成虫有趋光性，可采用灯火誘杀。

(二)紅蜘蛛　是白色或灰白色的小螨（現知为害蘑菇的已有三种以上），体小而柔軟(图50)。此虫常随培养料带入室

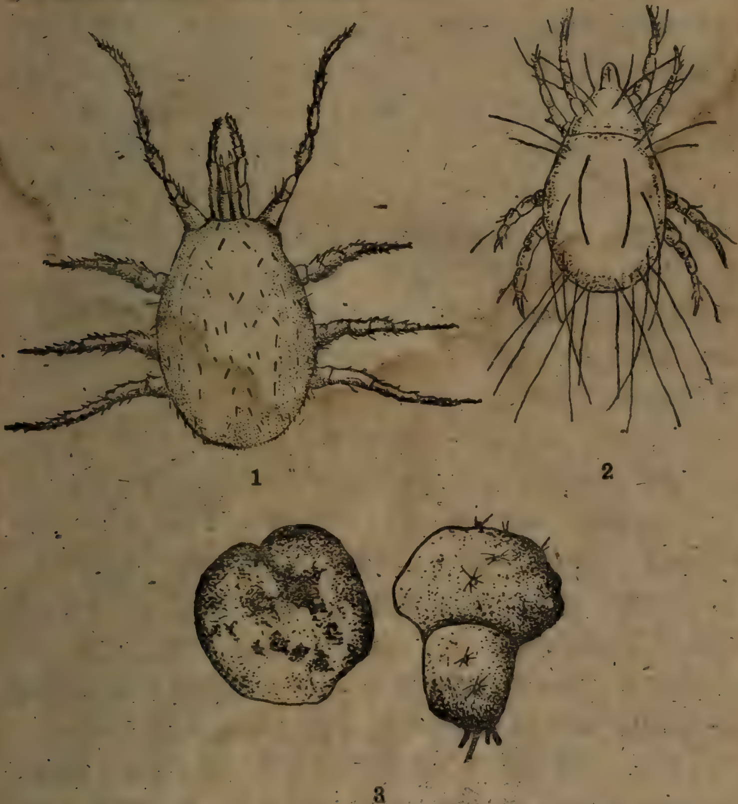


图 50　紅蜘蛛的形态及蘑菇的被害状

1.*Tyroglyphus longior*; 2.*Tyroglyphus dimidiatus*; 3.被害状。

內，当播种后即集聚为害菌絲，幼菇被害常变畸形。产卵时它常附在蝇类身上傳到各处，卵多产在菌絲或菌盖上。

防治上以預防为主，在培养料上床前应当用漂白粉，克辽林（一种防腐剂）及其他制剂噴射栽培室。在播种后，菌床上出現紅蜘蛛时，可以噴射石灰硫磺合剂——在一升水中加10—15毫升原液。这种措施只限在子实体开始形成前进行。另外发生較輕时，也可用松脂油驅逐。方法是在室內各处放置盛水之淺皿，其內滴入松脂油数滴，松脂油产生的气味便可以减輕此虫之为害。发生严重时，可在采收后进行氰酸气之熏蒸。通用的氰酸气产生方法，是将氰化鈉加入稀硫酸中。其用量为每立方米房間用氰化鈉30—40克，每一分氰化鈉加濃硫酸和清水各三分。作法是：先在室內放一适当大小之容器，先将定量之水加入容器中，然后加入定量的濃硫酸，再将称好的氰化鈉通过滑車由室外送入容器中即可产生氰酸气体。如果因室內条件限制，药剂只好用人直接投入时，放药后应迅速退出室外。

氰酸熏蒸适于各种害虫的防治。

蘑菇被氰酸熏后，色澤变褐，在菇体成长期不能进行。

（三）潮虫　潮虫 *Dooryard sowbug*（*Porcellio loevis*, Latr.）俗名叫草鞋虫、鼠妇等，屬于甲壳綱的小动物。体长12—20毫米，暗灰色有光澤，长橢圓形，头部三角形，有足七对，尾部具有长短尾状突起一对，触角五节，絲状（图51）。此虫喜阴湿，故在塵土中及养菇場中常見。它可食害幼菇及菌褶，虽然直接的危害性不大，但常常傳播病害，造成蘑菇腐烂。

潮虫非常嗜食蒸熟之馬鈴薯，故可用馬鈴薯片进行誘杀。将小紙盒的口对向床边放在菌床上，其中装入熟馬鈴薯片，并在其上盖以干燥之水苔。当它飽食之后即聚集在水苔之中，即

可携出室外灭之。另外，也可用馬鈴薯片合以胃毒性毒剂誘杀。

除上述害虫之外，栽菇場中还常常发現跳虫（图 52）、螻蛄、油胡蘆等害虫。

跳虫多在培养料和复土中出現。这是一种体小坚硬而跳跃的小虫子，无翅，体长 0.5—1.5 毫米，具有叉状彈尾，用以跳跃。此虫在蘑菇子实体上造成小洞，并且还能携带其他杂菌的孢子。

图 51　潮虫

图 52　跳虫

(1)若虫；(2)成虫(雌)；(3)成虫(雄)。

发現跳虫时，可在床面上撒以除虫菊或烟草粉，效果很好。也可用淺盘內盛清水，水中滴几滴煤油，擺放在培养料上，跳虫跳入后即溺死。除此而外，也可用防治紅蜘蛛的方法防治。

至于对螻蛄、油胡蘆的防治，可以采用普通的毒餌誘杀及捕杀等方法。

在地洞或土温室內种菇，往往会遭受老鼠及蟾蜍的为害。它們对蘑菇虽不直接食害；但因其穿洞常將菇体及菌絲掘出

菌床表面而死亡;并且常常造成对病害的傳播。因此,对它們的防治也不能不予适当的注意。

防治老鼠除用捕杀方法之外，还可用5%的安妥拌以谷壳、米飯、饅头楂等或放到水面上，待其取食毒杀。应用安妥时,应特别注意防止人畜中毒。

第六节 蘑菇的貯藏和加工

蘑菇达到成熟标准之后必須采收;否則品質即会降低。在大量种菇的地方,鮮菇往往不能全部当日銷售,甚至为满足对广大人民的供应尙需远路运輸。为了保存蘑菇的原有优良品質,就必須采用良好的貯藏及加工方法。

蘑菇的貯藏加工,大体可分鮮菇貯藏、制干貯藏及杀菌貯藏三种。

制干的方法較为簡便,一般有阴干法、晒干法、烘干法等。但洋蘑菇干制之后,不但重量异常减輕,而且其鮮味也大为散失。因此,对它的貯藏多采用鮮藏及杀菌貯藏两种方式。

(一)鮮藏 鮮菇貯藏的最好条件是:温度0—1°C,室內空气相对湿度为80%。在温度0—5°C的情况下鮮菇都可貯藏;但据苏联报导,在3°C以上时，貯藏質量便变坏。苏联全苏农展的鮮菇长期貯藏試驗結果如下頁表7。

从表7的資料看到，貯藏温度为0—5°C,空气相对湿度为80—85%时,鮮菇重量平均减少6.9%(自然减少額)。应当指出,即使在足够的低温条件下,子实体开伞量也很大。从上表还看到，貯藏的第四天，菌肉和有些菌柄基部便稍稍发暗。在第七天菌盖的菌肉开始变黑,以后逐漸加深,蘑菇味道急剧变坏。在貯藏过程中子实体外形也变坏,菌盖表面弛皱,

表7 長期貯藏对鮮菇質量的影响

（貯藏室温度0—5°C，空气湿度80—85%）

貯藏天数	減少重量%	开伞菇数%	蘑菇質量的变化
2	2.0	1.5	
4	3.5	5.0	菌柄內菌髓开始变暗。
6	5.0	7.0	
8	7.5	10.0	多数蘑菇菌盖的菌肉开始变暗，菌柄內菌髓变暗加剧。
10	9.5	11.5	
12	10.5	12.5	菌肉菌髓变暗加深，蘑菇表面大大变暗。
14	11.5	15.0	
16	14.0	17.5	蘑菇所有菌肉尤其菌柄之菌髓全部大大变暗，菇表面呈褐色。

幷稍稍变暗；再經过数天后在所有菌盖表面都生有小銹斑幷复有粘液。

根据这一試驗証明，温度0—5°C的条件下貯藏时，鮮菇可貯藏天数不超过3—4晝夜。补充观察表明，鮮菇在0—2°C温度下貯藏时，可耐較长的貯藏期（7晝夜）。

我国的經驗認为，将鮮菇放在湿度高、温度为4°C的冷藏庫中可貯藏一周左右。在冷藏期間，应作好防冻工作。鮮菇一經冰冻，細胞組織即行破坏，待解冻之后，犹如水煮一般，即易酸化，品質降低。

在菇量不多的情况下，亦可用缸、罎貯藏。方法是：在罎內装以少量冷水，在水面上边放一木架，以后将盛有鮮菇的容器置于木架上，封上罎口，放在暗处即可。用这种方法藏菇在4—5°C温度下可保存半月左右。在温暖季节（16—17°C）藏菇时，則需将封閉之盖去掉，换以腐烂迟緩的落叶等复盖以便通气。如果处理得当，亦可保存一周左右。

（二）杀菌貯藏

1. 醋漬　醋漬时幼菇要按大小分級，其菌柄从临近菌盖1—2厘米处削掉，仔細洗凈后即进行预煮，以便不使蘑菇变黑。为了使蘑菇颜色好看，也可在煮水中加入0.5%的檸檬酸或加入0.1%的明矾，这二种药品皆起良好的漂白作用。蘑菇预煮时間为在开水中保持5分鐘，然后将其堆放到篩子上并用干淨冷水洗好。

洗好后將蘑菇放在鍋内，加入10%盐水，开始煮。在加热过程中注意攪拌。待水沸騰时，去掉泡沫并加入香料，用量按蘑菇湿重比例如下：醋精（80%）0.3%，月桂叶0.02%，胡椒0.01%，石竹0.01%。醋精倒入鍋内之前用水稀釋至濃度为10%。

煮沸时間取决于蘑菇的大小，一般煮10—15分鐘。当蘑菇开始向鍋底下沉，而盐水变清时便算是煮好了。煮好的蘑菇迅速移到盛盐水的淺木桶內，并放到冰窖或冷凉地方冷却。冷却的蘑菇同盐水一起移在木桶或玻璃容器內，并迅速封口。盐水应为蘑菇重的15—18%。

2. 盐漬　盐漬的蘑菇同醋漬一样，事先去柄淨洗。在这以后放到含有少量檸檬酸和食盐的水里煮沸20分鐘。煮好后在木桶内用盐水进行盐漬。漬液为加有1—1.5%食盐的凉开水，漬液应淹浸所有蘑菇。最好将这种食盐水装滿木桶，最后封盖并放到冷凉的屋子里或冰窖里。

3. 制罐　蘑菇的制罐比醋漬、盐漬应用广泛。

制罐前将菌柄貼菌盖削掉，因为菌柄不能装罐。去柄的蘑菇在凉水中仔細洗滌后预煮，预煮的水中事先每10升水加入200克食盐和40克檸檬酸，或酒石酸。预煮时間为沸水中保持5分鐘，之后取出并在冷水中冷却。将冷却的蘑菇倒在

篩子上，当其水分流尽时放到清洁的罐头盒內，注意不使蘑菇触及盒盖。以后在装菇的罐头里注入如下組成的盐水：每10升水200克食盐和檸檬酸(或酒石酸)。在0.5升装的罐头盒內可放375克蘑菇和100克盐水。

装好的罐头用卷边封罐机封盖，并在高压蒸汽灭菌器內于117°C情况下消毒15分鐘。或是在开水中消毒2小时，时間从开水中罐头下沉时开始計算。消毒完毕后迅速在冷水中冷却。

罐头擦净后貯藏在1—2°C的温度条件下。貯藏前在25—30°C温度条件下放7晝夜以检查罐头是否无菌。

第三章 菌种的制造

第一节 母种的分离与培养

最早栽培蘑菇是采集野生菌絲体来播种的。菌絲純度低劣，經常夹杂有病菌和害虫，常常得不到良好的結果。特别是蘑菇栽培面积不断扩大，采集野生菌絲体不能满足日益增长的需要，生产本身就要求我們培养純粹的菌种来进行栽培。

作为播种材料的菌种，是現代人工栽培蘑菇的基础。菌种品質的好坏，不仅影响蘑菇的产量，并且直接关系到栽菇事业的成敗。因此，优良的播种材料，至少要求其具备以下两个条件：

1. 具有很高的生活力 在正常环境条件下，在培养料上能很好的成活和生长。这种菌种，在外表上看来，菌絲青白色絨毛状，并具有蜘蛛网状分枝。

2. 菌絲具有良好的遺傳性 产量高，品質好，抵抗病虫害能力强。

近年来我国上海、北京、沈阳等地建立了专門的菌种場，在实驗室条件下，专門来培养各种蘑菇的純菌种，供各地栽培場的需要。这对我国栽菇事业的发展，将起到非常有益的作用。兹将培养母种及生产种的基本方法介紹如下：

一、培养母种所需要的基本設备

1. 高压蒸汽灭菌器，用以消毒培养基。园产加工、医药卫

生部門、植物病理研究部門所用的各种类型高压蒸汽灭菌器皆可应用。因母种培养基里含有丰富的养料，在制作及装管过程中，极易混入各种杂菌而引起培养基生霉腐败。所以培养基每当作完一批之后，要立即用高压灭菌器灭菌。灭过菌的培养基，因杂菌全被热力杀死，可以长期贮存备用而不再生霉腐败。通常要选压力为15—20磅的最为合用。

如果不能設置高压灭菌器时，搭設鍋台式的土灭菌灶亦很合用。鍋台上罩以籠屜，利用水所生的热水气也能杀死杂菌；尤其在大批生产“生产种”时最为經济方便（詳見第二节）。

2.温箱，用以培养母种。温箱因其有自动調温装置，一經把刻度調准之后，就能經常保持菌种生长所需的恒定温度。如所培养的菌种种类繁多，各菌种所要求的适温又不相同时，可多备几个温箱，調成不同的温度应用。

3.冰箱，供貯放长好的母种等用。冰箱的温度經常保持在4—5°C。在这种低温下，菌絲几乎停止生长，因之能使菌种較长期的保存生活力。

4.干热灭菌器，供消毒玻璃器皿用具等如玻璃罩、培养皿等。这些器具在使用前不消毒灭菌，器皿表面上沾染的各种杂菌就会带到培养基里，使所培养的菌种长出各种杂菌造成生物学混杂而不堪应用。

干热灭菌的操作是当温度升至150—160°C时，保持1.5—2小时。

5.无菌室和无菌箱，大量制造菌种时，移种操作应在較大的空間下进行。为此要設置无菌室或称移种室。所謂无菌室，即是在房間內特設一个小房間，小房間內牆壁要涂刷光滑，使无縫隙和孔洞，門窗在关閉时能够非常严密以减少室內空气流动。房間內要用化学葯剂徹底消毒，把病菌昆虫等杀

灭干净。无菌室内要經常保持高度无菌状态，才能在操作过程中防止杂菌混入。設备条件許可时，在无菌室内装設一盏紫外綫杀菌灯最好。与无菌室相連，还要設置一間緩冲室，操作时工作人員在緩冲室内事先作好脫换实驗服、帽子和作好其他准备工作，然后再进入无菌室操作以防带入杂菌。緩冲室最好也設置一盏紫外綫灯。

无菌室房間大小，根据需要确定，一般是能放置一張办公桌，1—2把椅子及放置菌种瓶和其他用具等的一定空間即可，太大难保持无菌状态。

无菌箱，則是无菌室的縮小(图53)，适于作小規模移种和母种分离培养时用。无菌箱的体积小，制作容易，移动輕便，消毒灭菌也易进行徹底。工作时人坐在箱外，只将两手伸进箱内操作。

6. 其他設备和葯品，如显微鏡、粗試管、大小培养皿、大小

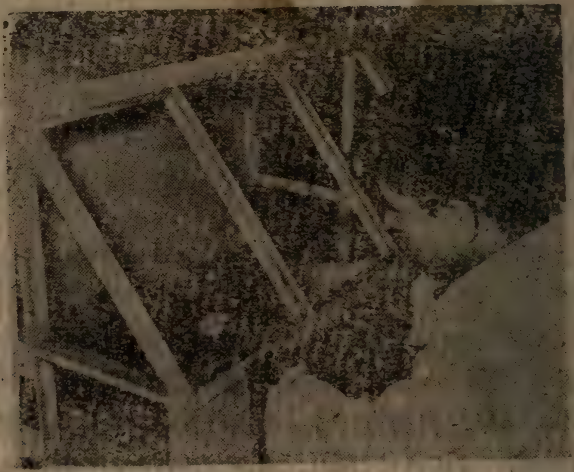


图53 无菌箱及其操作

三角瓶、量筒、天平、接种針、酒精灯、解剖刀片、鑷子和消毒药水等(0.2%升汞水，95%酒精，福尔馬林，来苏兒)都要事先备好。

二、培养基种类与制作

不同种类的蘑菇所需的培养基是不同的。培养洋蘑菇菌种所用的培养基，据各国报导，不下十几种，多屬天然培养基或半組合培养基。这里挑选較适合而又易制作的几种列于下：

1. 厩肥浸出物洋菜培养基，称取100克新鮮馬厩肥(病馬的厩肥不要)，浸泡在一升水中，攪拌后用双層紗布过滤，取其滤液并补足水至一升，加入20克洋菜，加热使洋菜完全溶化后即成。

2. 燕麦汁洋菜培养基，用30克燕麦粉或125克燕麦粒，在一升水中煎煮30分鐘，然后用紗布过滤补充水量至一升，加入20克洋菜煮溶即成(用燕麦粉制作，將燕麦片倒入70°C的热水中，然后在水浴鍋中保持60°C一小时再过滤)。

3. 馬鈴薯洋菜培养基，用去皮馬鈴薯200克，葡萄糖20克(或蔗糖)，洋菜17克，加水一升配制而成。

作法是把已去皮的馬鈴薯称200克切成薄片，加水一升，煮沸30分鐘后，用紗布过滤后，取其滤液加入洋菜和糖，用輕火或电爐煮之并随时攪拌，至洋菜全部溶化后再倒入量筒中量度。如果全量不足一升时，要加热水补足到一升。攪拌均勻后的胶液則趁热用漏斗分装到試管中，每試管装达全長的1/5左右，然后把試管口塞上松紧适度的棉塞，直立的放到鉄絲筐中。每筐装滿后，上面用1—2層旧报紙或一層油布盖上，并用繩扎紧，再放入高压灭菌器中灭菌。灭菌时，当压力升至

15 磅时开始計时，再延續 30—45 分鐘。为把培养基作成斜面，从灭菌器中取出試管后要趁热分放到桌面上，在棉塞一端的下面另用木条垫起，然后順序摆放，冷凝后即出斜面。作好的斜面培养基，放温湿合适的室内，可随时取用，經久不坏。上面的厩肥浸出物洋菜培养基和燕麦汁培养基装管等办法与此相同(图 54)。

馬鈴薯洋菜培养基不但适于培养洋蘑菇菌种；并且对平菇、松菇等野生食菌的分离培养都很适宜。我們在实踐中用这种培养基分离出十多个野生食菌的菌种，菌絲生長都很好。我国各地所培养的洋蘑菇菌种主要是应用这种培养基。

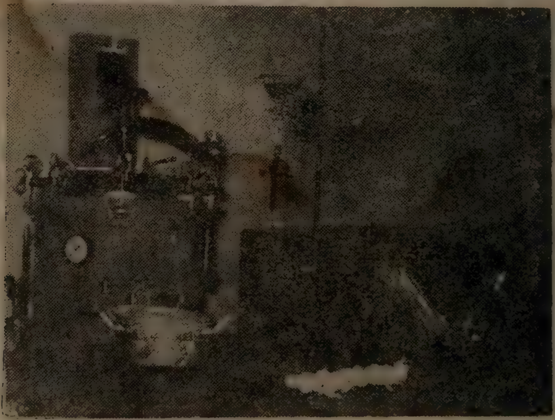


图 54　培养基的制作設备及摆放斜面

4. 在苏联，他們进行孢子发芽培养时采用另一种組合培养基。配方是：一升蒸餾水中加入洋菜 20—25 克；磷酸氫二鉀 1 克；硝酸銨 1 克；硫酸鎂 1 克；蔗糖 3 克；葡萄糖 1 克；麦芽糖 1 克。将上列药品与糖先用少量蒸餾水溶化，再用剩下的水去溶化洋菜。在洋菜全部溶化后，将上面配好的溶液加入到洋菜溶液中攪拌均匀，如因蒸发全量不足一升时，則加水补

足至一升，充分攪拌均匀后再装管灭菌。操作和制作与馬鈴薯洋菜培养基相同。

三、母种的分离和培养

前面已提过，蘑菇除了能用孢子发芽长出菌絲来繁殖个体外，子实体任何一部分組織分割下一小塊也能长出菌絲并生长发育进而形成新的子实体。按此道理，蘑菇純菌种分离就有了两个办法：一个是收集蘑菇的担孢子并使孢子发芽来培养菌絲，就叫作孢子发芽培养法；另一个是把蘑菇体組織分割下一小塊，利用这一小塊組織的再生力来培养出菌絲体，这就叫做組織分离培养法。

上述两种方法中，可明显看出，菌絲是从不同的母体长出来的。它們虽然都能进一步发育成新的子实体，但生活力却不尽相同。各国的科学家們多認为孢子发芽培养出的菌种生活力高于組織分离。从生物学角度分析，担孢子是有性过程形成的产物，生活力是旺盛的，有条件的应尽量采用孢子发芽法，但这并不排斥組織分离法的实践价值。由于后者操作方法比孢子发芽法簡便易行，对培养基选擇不严，菌絲生长迅速，极其便于推广应用；并且也能够获得足够优良的菌絲体。所以用組織分离法繁殖菌絲体的生产价值，在頗大程度上比孢子发芽法还高。

尼柯拉耶娃报导(T. Л.Николаeва，1955年)1942—1943年用孢子发芽法培养的菌絲播种了八个小区，又用組織分离繁殖的菌种播种五个小区，經过10—15天，在栽植穴处看到菌絲体都在旺盛的生长。按其生长势，成活率和經济性来看，組織分离培养的播种材料并不异于孢子发芽培养的播种材料，蘑菇也能正常的发育。

現将具体作法介紹于下:

1.組織分离培养法　首先在菌床上选体形中等大小、生长健旺、菌柄粗而短、菌盖肥厚、形状圓整、顏色洁白发育良好还未开伞的无病虫害的蘑菇采下，作为种菇。有病虫害或发育畸形的都不可作种。

种菇采下后，用干净的紙包好或用清洁玻璃器皿盛装带回室內进行分离。分离則在无菌箱或无菌室內进行。先将菌菇带泥土部分用刀片切掉,然后移入无菌箱內,将种菇浸沒于0.2% 的升汞水中，浸泡5分鐘以杀死沾染在菇体表面的杂菌。5分鐘后取出用消过毒的紗布将菇体上殘留的升汞水吸干，再用沾有酒精并經酒精灯火焰灭菌的解剖刀片切去菇体的表皮和少量的菌肉后再把菌环切掉。此后則把菌肉分切成小四方塊,每塊大小 0.5—1 立方厘米左右，隨手再用經过火焰灭过菌的接种針或鑷子，将每个小組織塊分別放入装有培养基的試管里,并迅速塞好棉塞。

如果种菇不用 0.2% 升汞水浸泡灭菌，而用干净脫脂棉蘸以升汞水全面擦洗种菇的伞盖和菌柄，反复擦洗 4—5 次;或者在菌体上涂擦 90% 的酒精后点火进行表面燒灼灭菌,反复燒灼 3—4 次，亦可达到表面消毒的目的。在沒有升汞水时，这种酒精燒灼灭菌法是可行的。然后再用上述同样的办法,把菌肉切成小四方塊,每塊都帶有一点菌褶。为了防止操作中感染杂菌,我們建議把这些小組織塊一次切完,并隨时放到一个事先备好的經过干热灭菌的培养皿里盖严。以后再把培养皿的盖子掀起一个小縫，用消过毒的鑷子从縫隙伸到培养皿里,每鑷出一小塊就迅速的投入到装有培养基的試管里，然后迅速塞好棉塞，并移动試管以使組織塊固定在培养基斜面的中央。一个中等大小种菇,可切成 30—40 塊左右。

此外，菌柄部分的組織，进行表面消毒后削去表皮，切成长方块放到培养基上培养，也会得到很好的效果。

上述的把蘑菇組織块放到培养基上的过程叫作“移种”。移种操作全部作完以后，就把移好种的試管放入 25°C 的恒温箱里进行培养。培养时每天要檢查杂菌，如在試管中发現有細菌或霉菌滋生，就要随时撿出弃去。

組織分离法培养母种，移种后 3—4 天，就能在組織块的菌褶和菌肉周圍、长出白色短絨毛状的菌絲，20—30 天就能长满培养基的表面。长好的这种菌絲体叫做“母种”。以后就可以用此母种进一步大量繁殖原种或栽培种（图55）。

图 55　用組織分离培养出的母种

2.孢子发芽培养法　选擇种菇的标准与組織分离一样，但成熟度要高一些。即菌伞将要开放而还沒开放时采下，切去菌柄下部带泥土的部分。在无菌箱或无菌室内，浸入0.2％升汞水中消毒5分鐘，或用脫脂棉蘸以升汞把种菇全面擦洗4—5遍消毒，然后用消过毒的紗布吸干。如果当菌环很薄已經表現出裂縫时，用升汞水浸泡，升汞水会漏入到菌褶中而将孢子杀死。这时用涂擦升汞水消毒較为适用。然而必須指出，在孢子分离法培养菌种时，用酒精燒灼法灭菌是不适当的。因酒精能造成菇体組織稍微变質，影响以后孢子的放出。

消过毒后的种菇，将菌柄部分插在消过毒的新鉄釘或不銹鋼絲制成的三角架上，安放到灭过菌的培养皿里，并迅速盖上玻璃罩，罩下再垫一个大培养皿(如图56)；或者用大漏斗代替玻璃罩倒置在大培养皿上，漏斗的上端开口用棉花塞上(这样較玻璃罩更易空气流动)，然后放置到20°C左右或一般室温下，經2—3天后，种菇的菌伞就逐漸展开，成熟的孢子从

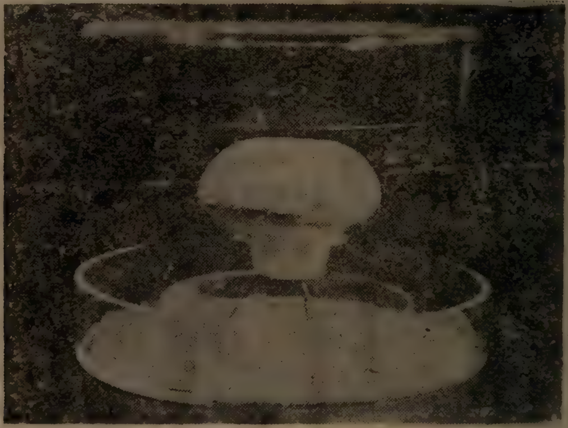


图56　收集孢子的装置

菌褶的担子柄上掉到培养皿里面。3—4 天后大部分孢子都能落下，这时再取出种菇，并用火焰灭过菌的接种針先蘸取少量的无菌水后伸到培养皿里，用針尖蘸取少量的孢子粉，放入装有无菌水的試管或小三角瓶里盖严后加以搖动稀释，作成孢子悬浮液。这种孢子悬浮液的濃度不宜太大，如果濃度实在太稀时可重复蘸取孢子粉加入。

孢子悬浮液作好后，用灭过菌的 1 毫升或 2 毫升容量的注射器吸取孢子液，并注射到試管培养基的斜面上。注射方法是把棉塞稍拔松一点，但絕不准打开，把針头沿管壁插到試管里直到針尖部分超过棉塞而露出一点为止。此时按动注射器使孢子液射出 1—2 滴，注意使孢子液滴到培养基斜面上，防止滴到管壁上，然后抽出針头，堵紧棉塞，再輕微轉动試管，使孢子液上下左右流开、整个培养基斜面尽量都能均匀的分布到孢子。这样，不但能經济的利用培养基的表面积，并便于以后挑取发芽的單孢子。

在孢子悬浮液注入試管之前，最好能用显微鏡檢查一下孢子液濃度，以一滴中含有 2—3 个孢子最好，如果太濃則要加无菌水再行稀释后应用。

培养基試管注射完孢子液以后，仍放置到 25°C 恒温箱中或 20°C 以上的室内培养，每天定时檢査，因杂菌生長的快，发現試管中长出杂菌时，要及时撿出弃掉。蘑菇孢子发芽較慢，在馬鈴薯洋菜培养基上，通常 8—9 天到 10 天，孢子就能发芽，并长出細毛状的白色菌絲，菌絲逐漸生长变成星状菌絲丛。在肉眼观察发現細毛状的白色菌絲后，就要及时挑取單个孢子所形成的生长势最旺盛的菌落。方法是：用纖細的鉑絲移种針，火焰灭菌后伸到試管里，連同少量的培养基挖出移植到新的斜面培养基上，再行培养，一直到菌絲长滿培养基的

斜面，便成为孢子分离法培养出的母种。由于孢子液濃度很稀，孢子在培养基表面上絕大部分是單个分布的。挑取这种單个孢子发芽而长出的菌落，又特称作"單孢子分离"。

但因为孢子发芽不能非常整齐，所以在單孢子分离培养时，每天要随时檢查发芽情况，发現孢子萌芽后就要及时用移种針挑出移植到新的培养基上。已經挑取过的試管，下次又发現到孢子发芽长出菌絲时，再行挑取移植。但无論何时都要挑取生长最好的菌落。

如果在孢子发芽后，不进行挑取單个孢子萌发出的菌絲而任其长满培养基斜面亦可。但这样的菌絲不是單个孢子的后代，而是数个孢子共同的后代。在孢子发芽法培养母种时也可以这样作，因它比上述的單孢子分离法要簡易一些。这里不难看出，单孢子分离法是挑取生长最好的菌落，因此具有选优去劣的作用，这是現代蘑菇純菌种制造上最先进的方法。孢子发芽法培养出的母种，仍供进一步大量繁殖原种和生产种。

附带指出，无論是組織分离法或孢子发芽法培养母种时，在灭菌不徹底、操作粗放的情况下，极易造成大量杂菌混入到試管里，生长蔓延，使所培养的菌种报廢。其中最常見的是青霉菌屬和各种細菌等。經常保持无菌室无菌箱的清洁，每次工作前进行徹底消毒灭菌，保証每次操作都能在高度无菌的状态下进行，是防止各种杂菌的根本办法。

四、母种的貯藏和运送

培养出的母种不能馬上用完，应放置到 4—5°C 的冰箱或其他低温干燥的地方，此时菌絲基本上停止生长而进入休眠状态，生活力可以保持几个月。而高于 30°C 或低于 0°C 来

貯藏母种都是不适宜的。

为了寄送母种，可把試管用紙包裹后装入小木匣里，試管之間填充碎紙、稻壳、鋸屑等物以防破損。如果路途較远，应事先把試管口的棉塞更加塞牢，并包上防水紙以防培养基在途中失水干燥。此外，还要注意防止培养基因冷冻結冰或過高温而造成的菌絲体死亡。

第二节　原种和栽培种的培养

母种經移植培养后成为原种。为經济起見，原种还可移植成为栽培种。原种和栽培种都可用以播种。

一、培养原种和栽培种所用的培养基

培养原种和栽培种所用的培养基与培养母种不同，多为較粗制的天然培养基。

大家知道，培养基是菌类生长并从中吸收营养的基地，因而培养基的选择和制造就显得很重要。在实践上往往由于培养基选择和制造不当而使菌絲停止生长或生长微弱，所以应当十分注意这个問題。

(一)培养基种类　培育母种和栽培种可以用多种多样培养基，只要适于菌絲发育，我們便可拿来应用。从目前看，主要有三种：①人造厩肥培养基；②半腐熟藁稈培养基；③燕麦培养基。

1. 人造厩肥培养基　这是由騾馬粪与麦稈，或稻草用人工堆积并充分腐熟而制成的培养基。这种培养基适用于培育原种，因为它的質地較密，保水性好，营养物含量高，可使菌絲很快成活，长得壮，在单位体积內菌絲含量高。但缺点是菌絲

生长慢，且易出綫状菌索。这种培养基因易制成磚塊，还可用以制造磚形菌种。

2. 半腐熟藁稈培养基　这种培养基也是用騾馬粪加稻麦草混合堆制而成。不同点仅在于腐熟度不同，这种培养基是在堆积达半腐熟时就将稻麦草取出，用以培养菌种。因其質地疏松，菌絲蔓延迅速且不易出現綫状菌索，所以适于栽培种的培育。这种培养基加入少量粘土、牛粪也可制造磚形菌种。

3. 蒸麦培养基　这是由小麦粒、麦稃构成的一种培养基，适于原种培育。其缺点在于成本較高。

（二）培养基調制　調制培养基是一个細致的工作，它关系到培养基的質量，所以作这一工作时不可毛草，务求正确。

1. 人造厩肥培养基的調制

人造厩肥培养基的原料是：

騾馬粪	600斤
麦草或稻草(干)	400斤
石膏粉	10—15斤
水	約1,000斤

騾馬粪要求新鮮不失发热能力的。麦草或稻草要求未經雨淋而腐烂的干草。过去有人强調大麦草最好，根据沈阳市蔬菜种子繁殖場的經驗，小麦草和稻草也很好。

厩肥培养基的堆积方法，同前面栽培蘑菇所用的培养料堆积大体上一致。所不同的，除了石膏在第一次倒粪加入而不再加其他化肥外，就是对腐熟度要求不同。这种培养基要求充分腐熟，也就是达到这种程度：稻草或麦草完全变成碎段与騾馬粪混而为一；不仔細看，看不出有草，騾馬粪臭味完全

消失，整个厩肥很松散，用手握有弹性，厩肥黑褐色。到这种程度时，将其过篩（粗篩），便是制备好的人造厩肥培养基。在此种培养基中，如加入 20—30% 之麦麸則能更好的提高移种后的成活率及菌絲的生长速度。

2. 半腐熟藁稈培养基　这种培养基的堆制方法也与栽培用培养料相同，但因为这种培养基要求到半腐熟程度，所以它的堆制就不用很长时間，一般 15—20 天就可以了。另外，堆积这种培养基，草不妨多些，如果騾馬粪質量好，加一半稻、麦草是沒有問题的。

半腐熟藁稈培养基腐熟度应是稻、麦草变成褐色，稍有拉力，但用手拉时易断。将这种稻、麦草与粪分开，为方便起見，可将堆摊开使成薄層，用日光晒 1—2 天，在晒的过程中不断地翻攪，以使全部变干，然后用耙子等类工具把藁稈从中取出，鍘成一寸多长。在以后用其培养菌种时，可加适当水量，这就是半腐熟藁稈培养基。

也有人在制备这种培养基时，在同一堆培养料里有不同腐熟度的稻麦草，原来这是分期堆积的結果。方法是先堆数層，过几天后再接着堆数層，再过几天堆到应有的高度。这样分三期堆成的結果，就在这种培养基里有三种腐熟度的稻麦草：完全腐熟，半腐熟，稍腐熟。这样制成的培养基具有良好的物理特性。

3. 燕麦培养基　这种培养基的原料是：

洗淨的小麦粒	5 斤
麦稃	1 斤
水	一定量

将小麦粒与麦稃在水中浸泡一夜，使其充分吸水，然后按比例混合即成。这种培养基用来繁殖原种。

由上所述，培养基的种类和調制可以使我們了解到准备培养基不是死板的，可以根据下列条件灵活的調制：

(1)調制成的培养基需要有充足的营养供菌絲需要；

(2)培养基应有适当的疏松性，以利菌絲呼吸与穿透，加快菌絲生长速度；

(3)尽力减少培养基中含有氨气，二氧化碳等影响菌絲发育的物質；

(4)湿度适宜，不可过大或过小。

二、原种的培养

将长好的母种分移至装有特别培养基的玻瓶中，培养后菌絲貫穿全瓶，这就是原种。它可直接用以播种，也可分移成栽培种。

培养原种应用人造厩肥培养基和燕麦培养基，这在前面已經說过了。如果采用厩肥培养基，应在装瓶前作仔細的檢查。凡有臭味发生，未全腐熟，湿度过大过小都不可应用。因为游离氨的产生和不当的湿度，对菌絲体生长来說都是不适宜的，不注意这点就会使培养工作陷入失敗的境地。至于对厩肥培养基的具体要求，装瓶方法，灭菌移种等过程同下面要講的瓶装栽培种一样，这里就不提了。

在采用燕麦培养基培养原种时，根据文献記載装瓶方法是这样，使吸足水分的麦粒、麦稃按比例混合好，然后装到菌瓶中，数量为全容积的 2/3，再加水使瓶中积水达 1/3—1/4 处。用棉塞塞上，放入高压蒸汽灭菌器中，在 20 磅压力的情况下灭菌 1 小时。

經灭菌后之菌瓶冷却后即可移种。普通每一試管母种可分移为 15—20 瓶，取用的菌絲应选擇优良而健壮的菌絲体。

移种后将有菌絲塊的瓶子放到 20°C 左右的恒温箱或房間內培养，按下面栽培种那样进行管理。大約移种后 3—4 天便在移入的培养基塊周圍生出絨毛状菌絲，再經 30—45 天菌絲体便貫穿到整个厩肥培养基中。这就可以再分开移种到其他瓶中培育栽培种。

三、栽培种的培养

栽培种是由上述的原种，为扩大菌种数起見分移而成的。由于制造方法不同，所用容器不同而分下列各种：瓶装菌种，磚形菌种。在国外还有管状菌种，片状菌种，塊状菌种。这些都是指栽培种而言。

(一)瓶装菌种的培育 所謂瓶装菌种就是将培养基装到广口的玻璃瓶中移种后，菌絲在里面发育。这是最常用的一种，所以詳細介紹其制法。瓶装菌种的制备过程分装瓶、灭菌、接种、培养四个过程，不能馬上播种时还須貯藏。

1. 装瓶 培养基調制好以后应当馬上装瓶；否則培养基在堆放期中将有大量杂菌腐生，不但使营养损失，而且易使菌种污染，发育受到抑制。

(1)装瓶前的准备 在开始装瓶前应作好一切准备工作。主要准备工作有培养基的料理和复查，瓶子和装瓶用具的准备。

培养基的复查是有关培育栽培种是否能成功的大問題，不容忽視。因为栽培种除可以应用人造厩肥培养基之外，更主要是利用半腐熟藁稈培养基。所以对这二种培养基的要求是这样：①具有固有的物理性状(具体見培养基的制作部分)；②化学反应为中性或微碱性；③具有合适的濕度。什么是合适的濕度呢？这要根据不同培养基来看。

对于人造厩肥培养基来説，湿度应在55—60%左右。这种情况下厩肥用手紧握成团，但在手掌上不留有湿的痕迹。将握成的团，用手一搓极易变碎，这就是最合适的湿度，可用其装瓶。

对于半腐熟藁稈培养基来説，湿度从外表上看来比厩肥培养基要大，用手紧握时，在指縫間有水溢出，但还沒有达到脫落的地步。这种湿度何以在半腐熟藁稈培养基上不算大呢？原来这种培养基空隙較大，表面积較小，因而持水性不象人造厩肥培养基那样大，所以水虽然不比厩肥培养基多，但造成了过湿的假象。其次由于藁稈等吸水失水都較厩肥培养基大，如果水分不适量的多些，則易干燥。还有因藁稈空隙大，水稍多些并不会影响到空气的流通。綜上所述，这种培养基是应当适量多些水分。

向半腐熟藁稈培养基中加水时，能用1%的糖溶液代替那就更好了。

装瓶时需要一定的工具，这也应当事前准备好。

首先是广口瓶，广口瓶容积要求600—700毫升，最好統一为700毫升左右，因为瓶太小，相对的浪費劳力和物力；瓶过大則操作运輸多有不便。

其次便是搗木，搗木是一根一头尖一头膨大的小木棒，长約35厘米左右。膨大的一头直徑約2厘米，平头，用以搗实培养基。有尖的一端用以在培养基中央插孔。

(2)装瓶的方法　方法是将培养基装入瓶中一層后，用搗木的膨大一端适度搗紧，再加一層培养基，照上法搗实，如此装下去直到瓶頸。然后在瓶中央用搗木尖端将培养基插一孔，直至瓶底。这个孔的作用是：①增加与空气接触的表面积，以供足够之氧气；②減少菌絲貫穿培养基的障碍，可使菌絲沿孔

下长，这样就利于菌絲向側面生长，从而使菌絲很快充满全瓶。③做好接种的位置。

这里有两个問題应当注意：

①适度搗实。对厩肥培养基来說，这一点尤为重要。所謂适度搗实，就是厩肥培养基在瓶內不散，不动。瓶倒置而无培养基掉出，但是可看到培养基中間有疏松的状态而不是密不可辨。因为如果压得过紧，厩肥內空隙变小，减小通气性，这不仅不利于菌絲的呼吸，而且也不利于菌絲的穿透，从而减低了菌絲的生长速度。不仅这样，更重要的是过紧会影响菌絲体的質量，其原因是由于生长变慢，下半瓶菌絲还未长满，上半瓶菌絲由于发育时間过长已变衰老，下半瓶菌絲也将变弱。

人造厩肥培养基搗的过松，就不易在瓶內固定，使菌絲不能与其发生营养上的联系，即使发生了联系，也常常造成菌絲的机械断裂。除此之外，过松也会使水分散失、降低培养料湿度，不利菌絲生长。

对于半腐熟藁稈培养基来說，搗的稍紧些好，因为其本身空隙很大，搗实些也会有空隙。如果过松则因空隙大，使瓶中的菌絲量过少。但是这并不表明一定使藁稈間密而无隙，一般空隙不十分大也就行了。

②不必太滿。培养基不可装得过满，应当在瓶子的 4/5 处。过满不仅不利于今后的成活檢查，而且对菌絲的空气需要也是不能充足供給的。至于太淺，对人力物力是一个相对浪費，自然也是不好。

按照上述注意的二点将瓶装好后，要把附在瓶外和瓶口的培养基擦净或洗净，以利于今后的檢查，且可防止杂菌借附在瓶外的培养基上发生。洗瓶时，不可使水滴入瓶中以免增

加湿度。

瓶洗好后，瓶口塞上棉塞(图57)，其目的是防止杂菌侵入。棉塞一般不宜过松，因为过松会造成杂菌侵入的机会。然而太紧了移种不便，影响通气，同时也多費棉花。具体要求是棉塞不能輕易拔掉为度。

在大規模生产时，为节省棉花起見，除尽量把棉塞打得小而精外，还可在棉塞中間包上廢报紙或圓木段以減少棉花的用量。

图 57　装好的瓶子及搗木

2.灭菌　装到瓶中的培养基，不論是厩肥培养基还是半腐熟藁稈培养基，都带来大量杂菌，如不消除，根本就不能把菌种培育成功，所以必須通过一个灭菌措施把杂菌消灭。

灭菌是用高温杀死杂菌。在菌种制备上通常采用高温高压蒸汽灭菌。用以灭菌的工具最好使用高压蒸汽灭菌器。在大規模生产时，高压蒸汽灭菌器工作效率滿足不了要求，且价格昂貴，所以最方便、最經济的办法是設置"土灭菌器"。下面介紹一下这两种灭菌器的灭菌情况。

(1)高压蒸汽灭菌器灭菌　在培养基装到瓶子里以后，应当在棉塞外包上紙，并将紙用繩扎上，防止蒸湿棉塞，因棉塞变湿后极易引起杂菌的感染。包好紙后将其直立的放到高压灭菌器內，一般可放置三層。在大規模生产时，为节省扎紙所費的劳力和紙張起見，可在每放入一層瓶子后蓋上一張大紙，

亦可起保护棉塞防止湿气侵入的作用。

用高压灭菌器灭菌要求压力为1.5公斤/厘米^2，时間保持2小时，冷却后取出准备移种。

(2)土灭菌器灭菌　由于生产規模大、高压灭菌器很嫌不足，所以我們試用大鍋灭菌，效果也很好。玆将这种土灭菌器的构造介紹如下。

这种灭菌器分三部分：即加热部分，蒸汽发生部分，保汽盛瓶部分。

加热部分：即燒燃料的鍋灶，其大小取决于鍋的規格。

蒸汽发生部分：即产生蒸汽的普通大鍋。

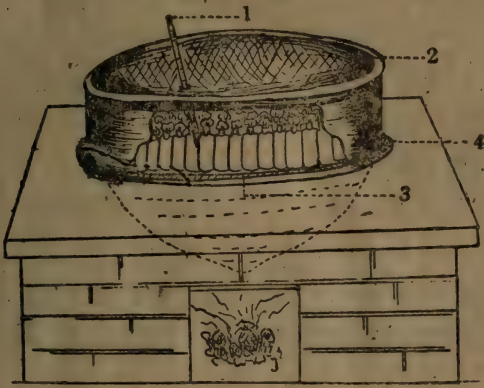


图58　土灭菌器

1.溫度計；　2.蒸籠盖；　3.蒸架；　4.封盖之細沙。

保汽盛瓶部分：即特制的蒸籠盖和一木制的蒸架。为不使蒸籠盖漏气，增强保热性，最好用2—3層上等葦席中間夹带羊皮紙做成。在蒸籠盖上为标示溫度应插一溫度計。蒸架設入大鍋的中部，是一用木条縱橫交錯釘成的木架，蒸汽可自由通过，这种蒸架用以盛放瓶子。

灭菌时，加水直抵蒸架，然后直立地将欲消毒的瓶子放在蒸架上。瓶子也要用紙包扎瓶口和棉塞，或每装一層盖上一層紙。这种土灭菌器可装大量瓶子，效率显著提高。装上瓶子以后，加上盖子，蒸籠盖与鍋台接連处用細沙或土密封，防止蒸汽外漏(图58)。

一切完毕后，便用煤、木柴等加温，当温度升到100°C或100°C以上时，保持2小时，然后停止加温。过一定时間(如隔一夜)再加温至100°C或100°C以上保持2小时。这即所謂間歇灭菌，应用的效果很好。在我們的实踐中，并不进行間歇灭菌，而只高于100°C連續灭菌4小时，也很徹底。

灭菌完毕时，不能馬上打开蒸籠盖，应当冷却后再打开。这有两个好处：①把个別湿了的棉塞烘干，因为停止加热后，蒸汽凝結，棉塞上的湿汽可借余热而烘干；②在冬天立刻打开盖，会使灭菌的瓶子炸破。

无論使用何种灭菌器都应注意：

①灭菌前要上足水，否則中途水蒸干后极易发生事故，这种事故往往造成极大損失；

②用完后将剩下的水排出，以防蝕損灭菌器；

③灭菌的瓶子取出后，应放在干淨而无菌的地方，最好馬上移种。

3.移种　移种就是将母种或原种分移到另外的很多瓶中。这一过程在菌种培育上是一很重要的步驟，在很大程度上决定了菌种培育的成敗与否。移种时除了需要有技术純熟的移种手以外，还需要有完全无菌的移种室。

(1)移种室的消毒　移种室如有杂菌横生，移种时极易造成杂菌感染，所以一定要把杂菌压低到最低数量，这就需要消毒。

新开辟的移种室消毒更应徹底，消毒药品主要为 40% 福尔馬林 10 倍液（4 公斤 40% 福尔馬林加 36 升水），用以噴射室內的牆壁；天棚和地板，每平方米面积需要稀液 0.2 升。噴射后将移种室門窗用紙条封严，四壁都不可有漏縫。消毒持續 30 小时，有紫外光灭菌灯时再将灯打开，照射 48 小时。照射期間門窗可略略开启，以排出殘余的福尔馬林气体。

对于开辟已久的移种室也不宜放松，隔一定期限（一周）再用福尔馬林熏悶一晝夜（濃度是 40% 福尔馬林 20 倍稀釋液）。

(2)移种时所需要的用具　移种时，应用一套专門用具。主要有移种針，移种鑷，酒精灯及玻璃杯。移种針用以分移母种；移种鑷用以分移原种；酒精灯用以封鎖瓶口或試管口，防止杂菌侵染，又兼有消毒移种針，移种鑷的作用；玻璃杯用以盛放 70% 酒精以备用其消毒移种針和移种鑷。

移种鑷是一长 30 厘米的大鑷子，尖端带鴨嘴式与鑷柄呈一定角度的鑷头。至于移种針，酒精灯等前已說过，不再重复。

(3)移种前的准备工作　在进入移种室以前，先打开紫外光杀菌灯，照射 1 小时。同时在移种室里洒上来苏兒水，一方面消毒，一方面防止灰塵飞揚。为了不使紫外光照射到洒布来苏兒的人，洒布来苏兒应在开灯以前。如果在紫外光灯照射完毕后洒布，就会濺起灰塵，不宜馬上移种，所以在照射前洒布会使濺起的灰塵經过一小时时間自然沉降而被来苏兒吸附。

进入移种室以后，在緩冲室用肥皂将手洗凈，再在高錳酸鉀液內将手浸泡一下，然后换上移种服，戴上口罩进入操作室开始移种。

(4)移种方法　栽培种移种，由于装培养基的瓶子較大，一人操作极为不便，且易污染杂菌。在我們的实踐中移种以二人协同操作，效率最高。

方法是二人分别坐在移种台一角的两側（图59）。左方一人左手拿等待移种的瓶子，用右手打开棉塞，并立即用酒精灯火焰封鎖瓶口（二人各有一酒精灯）等待移种。当移种时使瓶口略离火焰，以免使移入的菌絲塊被燒死。菌絲小塊放入瓶内后，应立刻迅速的塞上棉塞。右方另一人負責分移菌絲

图 59　移种的情形

小塊。此人也是用左手拿試管或原种的瓶子，用右手小指握住棉塞拔下，使瓶口或試管口被火焰封鎖。右手姆指、食指、中指操縱移种針或移种鏟。用移种針时是挑移母种。挑移的菌絲須带一些培养基，塊大約为小指甲大小，这样每試管可分移 15—20 瓶不等。用移种鏟则分移原种，分移的原种菌絲塊

为姆指大小，每瓶可分移 100 余瓶。无論是原种菌絲塊或母种菌絲塊都应迅速放入另一人手拿的待移瓶子里。放入的位置，原种放在培养基中央的孔上（图 60,2），这样可以固定，不致游动而影响成活。母种一般放在孔的肩部（图 60,1）。但这种方式不利于今后成活率的檢查。所以我們多放在培养基表面，成活与否，一目了然。另外，我們認为如果成活率有把握，将母种接在孔的中部，菌絲成活后，可两端一齐长，提高培育速度。若瓶上下二端各移一塊更好。

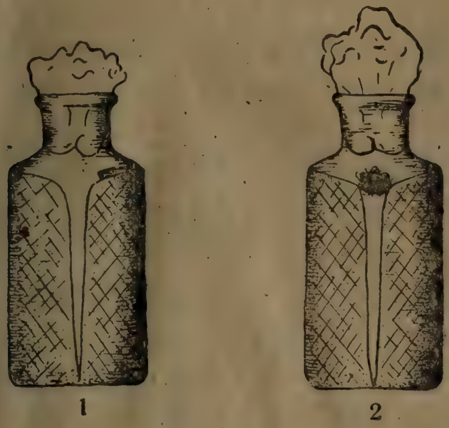


图 60 移种部位

1. 移入母种部位； 2. 移入原种部位。

針对移种时常犯以下毛病应予注意：

分移菌絲塊的人应注意：①移种針或移种鑷前端应不断蘸取 70% 酒精在酒精灯火焰上燃燒，以消灭附于其上的杂菌，并应注意每移一塊都要这样燒一下；②在挑移或挾取菌絲塊时，应将移种針或移种鑷接触管壁或瓶壁，以便使热量散失，防止燒死菌絲体塊。挑移母种时并須将移种針先接触培养

基，冷却后再挑移菌絲体；③在向待移的瓶子里放菌絲体塊时，力求迅速，防止空气中杂菌趁机侵染菌絲塊；④不使菌絲塊通过火焰，以防燒死；⑤菌絲体移到瓶中时，应尽量使与培养基密接。

拿待移瓶的人应注意：①在火焰上封鎖瓶口时間不宜过长，因而要适时拔下棉塞，以減少杂菌入侵的机会；②瓶子在火焰上要不断旋轉，以免瓶口受热不均而发生炸裂；③拔下的棉塞也要在火焰附近，不可接触桌面和其他物質以防杂菌感染。

接种过程中，二人不可无事交談，以防空气动蕩，增加杂菌侵入机会，操作时，瓶口或管口均应下傾，以減少杂菌落入其中。

4.培养　移过种的瓶子要立即拿到培养室去培养，因为培养室中有其发育的良好条件，如果晚移入培养室內必将影响其培养速度。

(1)培养室条件　为适于菌絲体的生长，培养室一定要有合适的溫度、湿度、光綫。溫度应在20—27°C之間，最好是22°C左右。湿度应保持一般气湿，湿度过大則造成杂菌大发生的条件，因为大多数杂菌在高湿时发生。湿度过小时，菌瓶中水分通过棉塞外蒸，降低瓶內培养基的湿度，影响菌絲生长。光綫要求散光，因为直射光不利菌絲生长；尤其剛剛移种的瓶装菌种在直射光下极难成活。但是在絕对黑暗的情况下，菌絲体生长速度慢，也是不好的，所以应当适当遮蔭造成散光条件。

(2)培养室的設备　在培养室內設置的加溫設备，如系火爐火牆，加火口应在屋外，防增加培养室的灰塵。放置瓶子的木架可分很多層，要求木質优良，以防压塌。为測定室溫应設

置温度計，其他如記录本等。

(3)瓶装菌种的管理

初接的菌种移到培养室后，应立放在木架上，待移入的菌絲塊与培养基建立联系后再臥倒迭放，以提高木架的利用率。前期之所以不臥倒是因移入的菌絲塊还沒固定，很易落到瓶側的緣故。当瓶子上架后，在架上应設立标牌，用以記載这批菌种所用的培养基的种类、酸碱度、灭菌时間、移种日期、菌种种类等，以便于今后的檢查管理(图61)。

菌种拿入培养室后的管理是很重要的，管理工作主要有：①調节温度，湿度，光綫；②檢查成活率；③处理杂菌。

图 61　在培养室中的情况

①調节温度，湿度，光綫　根据培养室的应有条件，用加温，通气，遮蔭等方法以造成菌絲良好的生长条件。通气时，

不可使冷风直襲。

②檢查成活率　移种后的第三天就应当檢查，成活的特征是在移入的菌絲塊上发生多量白色絨毛，并深入到培养基中。如果不是这样，应挑出独自放在一处，隔三天再复查一下，若仍无成活特征就应当重新移种。不成活的原因可能是移入的菌絲塊衰老，培养基湿度不合适，培养基成分不当，……等原因，应及时查明，糾正。

③处理混杂菌种　培养过程中虽經处处消毒、灭菌，但仍不免有杂菌污染，因而要經常撿除被杂菌感染的菌种。感染輕者挖掉杂菌后重新灭菌；重者将培养基連同杂菌一起倒掉，倒的地方要远隔培养室，以防增加附近空間的杂菌含量。

在培养料表面剛剛发現杂菌而蘑菇菌絲已开始蔓延时，可用 70% 酒精做局部处理。方法是将瓶子棉塞打开，在酒精灯火焰上进行操作，用滴管等将酒精滴到杂菌的菌落上，滴上后杂菌变色死亡。但在滴酒精时应注意不要滴到蘑菇菌絲上。用这种局部处理方法便可以救挽一些菌种，尤其对青霉效果很好。

这样，用人造厩肥培养基培育的菌种在培养室內經过1—1.5 月便可长滿菌絲，用半腐熟藁稈培养基的則不到一月就可。菌种培育成以后就用以播种或貯藏。

5.貯藏　菌种培育成以后，不能馬上播种或出售时应当貯藏。貯藏时要达到停止菌絲的发育，防其衰老，但又不能使菌絲失掉生活力。因此，就必須創造菌絲休眠的条件。主要条件有低温和干燥，如貯藏也分干燥法和低温法二种。

(1)干燥法　将瓶子打破取出菌种，放到 30°C 烘箱中烘干，干透后包上消毒的蜡紙，放到干燥冷凉的地方。在貯藏中千万不可使受潮湿。这种菌种便称为干种，其优点在于耐貯

藏、利运输、保持旺盛的生活力；其缺点是受杂菌污染。

(2)低温法　将菌种放到3—4°C左右的温度下，这样也可停止菌絲的发育。

这二种方法都可貯藏一年左右，不使菌絲衰老。尤其厩肥培养基的菌种因致密，受外界作用慢而小，貯藏期还可长些。

(二)磚形菌种的培育　在缺乏玻瓶时，可将培养基制成磚块状，用以培养栽培种，这就是磚形菌种。

制备磚形菌种所用的培养基种类，湿度与瓶装菌种相同，但不論用那种培养基都須造成磚形方可，所以若采用半腐熟藁稈培养基时需加少許牛粪或粘土作为粘固剂。

磚形菌种的整个制造过程分：消毒、制型、移种、培养四步。

消毒　消毒主要是培养室消毒和培养基消毒。前者是用40％福尔馬林20倍液噴射天棚、牆壁和地面，熏悶1—2晝夜；后者是用40％福尔馬林40倍液洒到培养基上，边洒边翻动培养基，大約每10斤培养基加这种稀釋液1—2斤，这要随培养基的种类而变。洒完后，用草袋盖上，3晝夜后去掉草袋，排掉培养基中的福尔馬林味，2—3天后便可制型。

制型　制型是把培养基压成磚形，这就需要有模型。模型是长18厘米，寬12厘米，深7厘米的无底木斗，在斗側內4厘米高处划一目标綫。将培养基装入模型后，用一与模型口徑相同的有柄厚木盖(盖中央有小木柱，其作用是压成接种穴，图62)来压縮培养基至目标綫。压縮的程度与瓶装菌种一样。在人造厩肥培养基上宜稍松；在半腐熟藁稈培养基宜稍实。总之以制成牢固的磚块为止，不求过实。压縮完成后将模型輕輕取下，将磚块移到培养室准备移种。制型过程应在

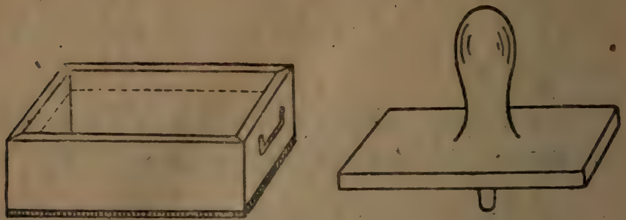


图 62　制磚模型
1.无底木模； 2.鎮压板。

无菌室內进行，否則杂菌必然趁机感染。关于制型所用的模型可制造多种多样，以合用經济为度。

移种　菌磚为栽培种，所以用原种来分移。移种时要看看菌磚湿度如何？如过湿应略略风干后再移。菌磚的移种是很簡單的，只是将原种分成半个火柴盒大小放到接种穴上就完了，无須酒精灯等一套。移过种的菌磚以品字形迭放起来便結束了移种手續。

培养　磚形菌种的培养与瓶装菌种大致相似，所不同的是要保持較高的湿度，防止菌磚干裂。一般增加湿度的方法是向地面洒水，使室內湿度保持在 90—95% 左右。

檢查生长状况时，需抽样敲开磚塊来观察。

在培养过程中，也同样要注意杂菌的問題，对于菌磚来說，由于沒有瓶子保护，如果培养室不徹底消毒，杂菌就会增加。发現杂菌时应当早期挖掉或用 70% 酒精象瓶装菌种一样作局部处理。这样便可以将菌磚保留，不致扔掉，可讓菌絲繼續发育。如果培养室消毒徹底，一般不会大量发生杂菌。

20—30天菌絲就可布满整个菌磚(图64)。

貯藏　长好的菌磚需要貯藏时，需用油紙(消过毒的)包

好放在低温条件下(4°C左右)貯藏。但是这种貯藏法实际运用起来不如干燥法。干燥法就是将长好的磚形菌种放在干燥的通风良好的屋子里，室温要求在21°C左右，使菌磚慢慢干燥，最好一星期干燥完成，因时間过长，菌絲仍然发育，很易衰老。但是急剧干燥时菌絲易突然受害。待完全干燥后用消毒的防水油紙包好，装在箱子或籠子里，再放到干燥而冷凉的貯藏庫中，在貯藏过程中应注意不受潮湿、害虫、老鼠等为害。

(三)人工培育的其他种菌种 除了瓶装菌种和磚形菌种

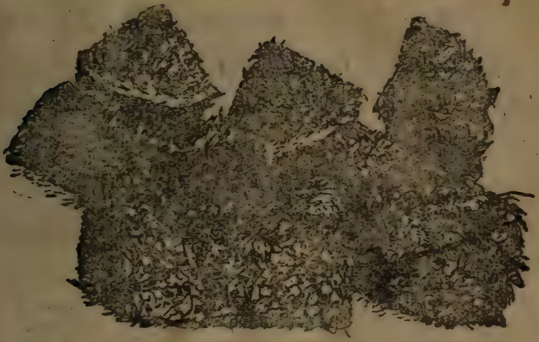


图63 管状菌种

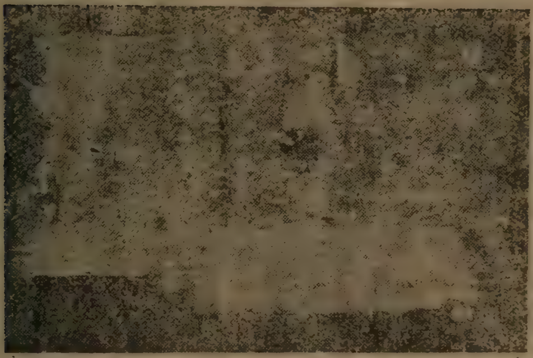


图64 磚形菌种

之外，还有所謂片状菌种、塊状菌种、管状菌种。

1.片状菌种，又称法国式菌种(*French spawn*)，制造这种菌种所用的培养基是馬粪、麦稈，而以麦稈最多，个别的还加一点土壤。将培养基装到普通的栽培用菌床上，接种后当菌絲发育旺盛时，将菌床分割成18厘米直徑的片状塊，干燥后就是片状菌种。

2.塊状菌种，这是英国生产菌种的最早的一种，呈塊状。其制法与磚形菌种大同小异，只不过是最原始的菌磚而已。

3.管状菌种，在法国、英国和其他国家，通用管状菌种。这种菌种的制法是用特制的玻璃管，其中装上經过营养液浸泡过的藁稈，然后灭菌。灭菌后用原种移种。菌絲体在藁稈上很快的蔓延开来，当菌絲体充滿全管后，将藁稈从中抽出，割成四半即成(图63)。这种菌种至今在匈牙利还用。

(四)菌种質量鉴定 每批菌种培育成后，应作質量檢查，必要时还应有生产鉴定。

上面所談到的各种菌种中，質量最好的是瓶装菌种；其次为磚形菌种和管状菌种；而片状菌种和塊状菌种是最粗放的，目前絕少采用。

瓶装菌种之所以好，是因其制造手續十分严密，沒有任何杂菌混杂，用以播种时不致因菌种而带进杂菌；其次菌絲体一直在稳定的条件下发育，生长健壮，生活力强。

磚形菌种之所以較次，是因其暴露在外界易引起杂菌污染；同时常常会把杂菌带給菌床。磚形菌种还受外部的直接影响，菌絲体很易受害。但如果在制造过程中作到徹底消毒，严格防止杂菌，質量还是可以保障的。

管状菌种是英法等国所产，据作者推测其質量将介于瓶装菌种与磚形菌种之間。

对于瓶装菌种或磚形菌种来説，其質量优良与否，主要从这几方面来看：

1. 在瓶装菌种或磚形菌种内外，密布着白色絨毛状菌絲者为好。若菌絲变褐色或灰色，出綫状菌索，密度变小或出現黄褐色液体则証明菌种已衰老。

2. 将瓶装菌种的瓶子击碎或将磚形菌种的包紙打开有蘑菇香味散出。干燥的菌种是无此香味的，但一經受湿后也有此味放出，这就是好的菌种。若无香味，甚至发出臭味则証明菌种不良。

3. 菌种具固有的白色光澤，菌絲飽滿者为良种。

4. 在菌种上无黄綠等杂菌者为良种。

菌种不良的原因则有以下三方面：

1. 經过多次分移的菌絲体，用以播种时，其蘑菇随分移次数之增加而減低产量。是因长期进行无性的营养体生长，会引起菌种生活力的减低。

2. 在貯藏运輸中沒有保持低温干燥，而使菌絲衰老。有时温度过低还会使菌絲致死。

3. 培养基搗的过紧，湿度不合适，影响菌絲发育。

第三节 野生菌絲体与分移菌絲体

一、野生菌絲体的采集

在我們偉大的祖国，有着无边无际的原野，这上面分布着数不胜数的野生食用菌类，尤其在大森林里，食菌更加丰富多样。对于一般食用菌类我們应当怎样取种，而把它們普植全国，供应全民呢？最科学的方法是人工培育菌种。但是由于条件的限制，不能作到这点时，我們可以采集野生菌絲体。

采集是这样进行的:在7—10月野生蘑菇盛放季节,到出产蘑菇的地方,选取健壮整齐的子实体,挖掘其距基部有一定距离的土塊,因为最靠近根部的菌絲有些衰老。在所掘取的土塊中应当有大量菌絲。

用这种采集到的野生菌絲体就可以直接移种于菌床上。但是采集数量不足,一时满足不了时,可以貯藏或繼續繁殖。

貯藏的方法同磚形菌种一样,也是放在通风良好而干燥的屋子里,使其慢慢干燥,防止突然干燥。等干燥完成后(大約一周左右)装到有大开口的适当容器中,如木箱、筐籠等,再放在冷凉干燥的屋子里貯藏。

用其繁殖时,可将其較密地播于菌床上,一切管理,要求条件都同前面所講的栽培管理相同。所不同的只是不复土,而讓菌絲向培养料的內部伸展蔓延。当培养料完全充滿菌絲后便可以分成小塊播种。

但用这种方法得到的菌种,質量在大多数情况下得不到保証。这是因为①采集时沒有把握得到最健壮的菌絲体;②在野外采来的土塊上还带有各式各样的杂菌和害虫。所以用这种菌絲体播种,在管理上較为麻煩,产量往往很低。

二、分移的菌絲体

在缺少菌种而附近又有蘑菇栽培場时,可以分移菌絲体作为播种材料。

在栽培蘑菇的菌床上,培养料內充滿着菌絲,这种菌絲分移到另外的地方就称作分移菌絲体。分移的时期不同:有的在出菇初;有的則在出菇末期。分移下来以后不能馬上播种时也同磚形菌种一样干燥貯藏之。

这种菌絲体生活力和产量远不及瓶装菌种和磚形菌种,

因为它已經或多或少形成了蘑菇，菌絲已較衰老。但分移菌絲体的質量也不一样，这要看它是从何种菌床上分下来的。如果是从用瓶装菌种播种的菌床上分下来的，那么質量就較好；反之就不好。分移菌絲体的好坏也取决于分移时間，如果剛形成子实体就分，則質量就比出菇末期分的要好。

这种方法虽不理想，但以此菌种栽培毕竟还是可以得到一定的产量，因此在条件不具备的时候亦可采用。

第四章 平菇的栽培法

平菇又有人叫做冻菌、白香菌或冬蘑等，是野生在朽木上的一种美味食菌，在山林中的楊、柳、橡、枹等朽木上呈重迭状的发生很多。我国分布极为广泛，在南方如云南、四川等省是早春及晚秋发生；在北方則多在晚秋发生。

平菇屬于伞菌目伞菌科北风菌屬（或側耳菌屬）(pleurotus.)，这一屬中的种类很多，根据列別捷娃 (Л. А. Лебедева, 1949 年)的記載，北风菌屬共有 28 种之多。北风菌中也有有毒的种类，例如日本北风菌(*Pleurotus japonicus* Kawam.)等。我們这里所說的平菇是指其中的粗皮北风菌〔*Pleurotus ostreatus* (Jacq.)Fr.〕一种来說的。但除平菇外，在我国各地还分布有其他种类的食用北风菌，例如美味北风菌 (*Pleurotus sapidus* Kalchb.)、晚生北风菌〔*Pleurotus serotinus* (Schroet.)Fr.〕等，它們和平菇一样，都可以用山林中的朽木或人工鋸屑栽培。所以广义的平菇栽培，实質上是食用北风菌的栽培。

人工鋸屑栽培平菇的历史很短，确实年代已无可考，但多認为是本世紀初期最初发明于欧洲。当时曾由一些学者进行試驗研究达 20 年之久，始获得一定成果，并由此开始，使人工栽菇业走上了一个新的阶段。

日本栽培平菇是在本世紀 30 年代左右，除食用之外，还有人用花盆或花瓶进行栽培，出菇后当做花卉以供观賞，曾风行一时。我国栽培平菇也是在 1930 年前后，但直到全国解放

前，平菇的栽培方法只有少数人曉得，国民党反动派的残酷統治，根本不加理睬，因之20年来平菇的栽培没有得到絲毫发展。只是在解放后才得到党和人民的重視，特别是自从我国工农业生产大跃进以来，平菇和其他蘑菇栽培一样，获得了更加迅速的发展。由于这种蘑菇品質和风味都很好，食之味如鮑魚，栽培方法很簡单，而且出菇迅速，一年四季无論是春夏秋冬皆可栽培，这对大中工业城市来說，广泛利用木材加工厂的鋸木屑来生产平菇以滿足城市工农劳动人民对鮮菇的需要，尤其有它重要的意义。

目前，在东北的旅大、辽阳、沈阳等地，都正在发展着平菇的鋸屑栽培，有的已达到了专业化的程度，每天供应市場以鮮菇。我們沈阳农学院菇类菌种場对这种平菇也作了大量的栽培和进行了研究。

人工鋸屑栽培平菇，目前在生产上存在的主要問題是改进栽培法，因迄今平菇一直是沿用小广口瓶来栽培，由于瓶內所盛装的营养基質有限，因而出菇少而且菇体小，一般只出2—3次蘑菇后，即需另行培养。为此，提高营养基質質量，增加出菇次数或用其他方法来代替瓶栽等，是当前最迫切需要解决的問題。其他如在营养基質中是否可以施加不同种类的肥料或营养液；利用植物生长刺激素如2,4-D、赤霉素等刺激菇体加速生长；大量栽培时日常管理技术和杂菌的防除等，都急待进一步的加以研究和解决。

第一节　平菇的形态及生物学特性

一、形　态

(一)菇体形态　平菇菌盖扇形，菌柄生于菌盖的一側，菌

褶垂生，形同扇骨。

用瓶子栽培时，菌盖肉質肥厚，直徑 7—15 厘米，形状有时不規則，常常中央下陷，边緣翹起。中央凹入处常有棉絮状絨毛堆积。菌盖初为黑綠色，后变白色，有时稍带黃色。衰老后菌盖表面发生龟裂。

菌褶长短不整齐，长者由菌盖边緣一直延伸到菌柄，这就是所謂"菌褶垂生"；短者仅在菌盖边緣上有一小段，但是不同长短的菌褶呈有規律的相間排列。菌褶本身为一薄頁，寬 0.3—0.5 厘米，白色質脆易断。

孢子椭圓形，大小为 9—11×4.5—6 微米，无色，具有一至数个油滴。当孢子大量成熟时，可在菇体下之地板上和瓶子上发現极明鮮的白色粉層，此即为孢子。

菌柄生在菌盖的一側，恰似扇柄，其顏色洁白，柔嫩，有棉

图 65,1 平菇的形态(自菌瓶中生出之平菇)

图 65 ,2　平菇的形态(在木材上生长的平菇)

絮状白絨复盖,質地松疎,长为 3—7 厘米,粗为 0.7—2 厘米,从瓶口伸出，常因外界震动而搖擺于空气中。同瓶内各菇体菌柄往往基部連在一起,形成一个粗柄(图65之1)。

野生及在段木上栽培时,菌柄短粗,近似无柄，基部連在一起,致使菌盖重迭,形态略与瓶栽的不同(图65之2)。

(二)菇体形成过程　平菇长成上述那种状态，在瓶栽的条件下,根据我們的观察須經过三个阶段。

桑椹期　菌絲体发育到一定阶段，便在瓶子中培养料表面形成一团团由无數白色的极小粒状物組成的菌胚堆，恰似

桑椹，这是刚刚发生子实体的初期特征，称桑椹期（图66之1）。

珊瑚期 桑椹期保持时間只有几天，以后有些粒状物漸漸伸长，变成参差不齐的短杆状，繼續生长便使整个菌胚堆变成珊瑚状，即发展到所謂珊瑚期。这些珊瑚状分枝便是原始的菌柄。在此过程中，有不少的粒状物不再发展而萎蔫了（图66之2）。

成形期：原始菌柄逐漸加粗，并在其頂端出現黑綠色小扁球，这即是原始菌盖，原始菌盖显然比原始菌柄小。有时在一个原始菌柄上有原始菌盖数个，但最終只有一个发展长好。

1 2 3 4

图 66 平菇子实体的形成过程
1.桑椹期；2.珊瑚期；3—4.成形期。

原始菌盖形成后，菌柄与菌盖的生长速度就产生了有趣的现象，即菌盖生长快，菌柄生长慢，最后发展成前述的蘑菇。在这段生长过程中，有很多中途陆續停止生长，最后只剩下2—8 个蘑菇。原始菌盖生长是向一侧扩大，因而形成耳状。在此过程中色澤也逐漸变淡，当其长到直徑 3—5 厘米时变成淡黄色或白色，原始菌柄的基部則連成一粗柄（图66 之 3—4）。

二、生物学特性

(一)温湿度 菌絲生长期,要求較高的温度,虽然在7—40°C 之間都能生长,但在 26—30°C 时生长得最好,速度最快。7°C 以下生长极慢,甚至停止;温度达 40°C 左右时則菌絲便停止生长了。此时对湿度要求并不严格。

平菇形成子实体,即菇体要求較低的温度,一般在 15—18°C 的温度条件下菇体生长迅速,菌肉肥厚,产量高。在过高过低的温度下虽然也能形成菇体,但速度慢,菌肉薄,菌柄細,产量低。文献記載,将长满菌絲的瓶子放到 10°C 和 20°C 的温度下,每天交互变換,造成忽冷忽热現象,菇体形成要迅速得多。菇体形成要求高湿,若湿度过小則菇体小、产量低。在自然界大雨之后出現菇体也正說明了这个道理。

平菇孢子在 12—18°C 温度下大量形成,低温接近 0°C,高温接近 30°C 时孢子形成显著減少,甚至不能生成。孢子发芽温度,一般要求更高,据研究以 24—28°C 之間最好。

(二)营养与光綫 因为平菇是木材腐朽菌,所以其营养物为木材或鋸木屑。一般在楊、柳、橡树、胡桃、榆树等木材上都可生长,但以楊、柳、橡树为最好。松木对平菇是不适宜的。营养物中的酸碱度在 pH3—pH7.2 之間均可,而pH 5.5 时最好,因为它比較喜欢酸性。

至于对光綫的要求,和洋蘑菇一样也要求散光。

第二节 平菇栽培法

一、鋸屑的选擇及培养料的組成

选擇适当的培养料是栽培平菇的第一步工作。培养料的

合适与否，直接影响平菇的产量与質量。可用于栽培平菇的鋸屑种类甚多，但以楊柳木鋸屑最为理想，柞木等次之。松木鋸屑虽然可以应用，但因其內含有松脂，不利菌絲生长，菌絲生长极为緩慢，因此栽培上最好不用。

鋸屑的陈腐程度与平菇的产量及生长速度有很大关系。采用較陈腐的鋸屑栽培时，产量較高，生长亦較快，这可能是因为陈鋸屑中既含有丰富的纖維素、半纖維素、木質素，也同时含有一定量的容易轉变成易于吸收的速效性养分的原因。

單以鋸屑作培养料可以栽培平菇。但为增加对蘑菇生长期間营养的供給，提高蘑菇产量，应在鋸屑中加入20—30%左右的米糠(或者麦麸)。米糠中含有丰富的糖类、氮、磷、鉀等重要的营养物質，可促进生长，提高产量。除此以外，也有在培养料中加入少量(1%左右)蔗糖的，效果亦很良好，栽培者可視具体条件决定。

二、培养料的装瓶及灭菌

(一)培养料的配合　取一較大的容器，将70—80%的鋸屑及20—30%(均以重量計算)的米糠倒入容器中，并混合均匀；然后用噴壶調节水分，使其含水量达到用手紧握时有水从手指間溢出为度(含水量約60%)。

(二)菌瓶的选擇　栽菇瓶的选擇也是件比較重要的工作，瓶子容量及口徑的大小与产菇量均有关系。一般是容量大、口徑大的器皿产量高；如用罐子栽培，产量更可提高。但采用大口器皿栽培时，杂菌很难防止，因此在缺乏一定設备及缺乏栽培經驗的条件下还是成少敗多。当发生杂菌，經过处理后虽然仍能产菇，但产量将大大减少；而且杂菌大量在瓶內蔓开之后則常常很难挽救。

目前广为采用的栽菇瓶，其容量多是500—1,200毫升，口徑1—2.0寸的广口瓶。用这种瓶子栽培不但容易控制杂菌，而且产量也不逊色。

(三)装瓶及灭菌　培养料配好之后即可装瓶。为了工作方便，可将培养料分放在小箱中装瓶。每装入一些培养料之后用搗木(一头大一头带尖的木制工具)适度压实，装到瓶頸处为止。因培养料装的太淺常常造成菌柄过长、纖細，有时不易伸出瓶口。全部培养料装好压实后，在中央用搗木的尖头扎一孔洞以便日后移种。

培养料的紧实度与产菇期及产量有一定关系。装的过松时培养料不易与菌絲密接，保水很差，营养不足，致使产量降低；装的过紧时，菌絲不易蔓延下伸，迟迟不能貫穿全瓶，經长期后方在表面形成少量子实体，因不能利用下半瓶培养料，影响产量和产菇期甚巨。适当紧实度的培养料可使菌絲生长迅速，而且因营养供应适当，产菇期长，产量高。一般以培养料不散且較密，但用肉眼看来稍有空隙为好，若致密无間便是太紧了。

培养料装好之后，塞上棉塞随即灭菌。灭菌方法与洋蘑菇菌种繁殖的灭菌相同(詳見洋菇菌种生产)。如用高压蒸汽灭菌器灭菌时，为20磅压力一小时。以土灭菌器灭菌时(大鍋灭菌)应当100°C或稍高的温度下2—3小时。灭菌后待其自然冷却即可移种。

三、移种及栽培期間的日常管理

(一)平菇的栽培适期　栽培适期是依蘑菇的生物学特性及外界条件来决定的。如前节所述平菇菌絲在7—40°C之間均可生长，但以25—30°C生长的最为迅速。子实体在7—30°C

之間均能形成，但以15—18°C最为合适。平菇整个生长周期在适当条件下需要四个月左右。播种期就应按上述的具体情况来确定。东北，在具有遮光的房間里以7—8月份播种最为合适。在具有加温設备的地下室內冬夏均可栽培。

（二）菌种来源　初栽培时，可自专門菌种場購买菌种，待产生子实体后，可按洋菇菌种的繁殖方法进行繁殖（方法大同小异只是培养基換用木屑米糠混合物）。

（三）移种方法　移种应在无菌室或者是比較干淨的房間里进行。移种前室內应以5%福尔馬林消毒（消毒前将菌瓶移入移种室中）。移种人員在移种前于緩冲室中用3%的石炭酸水洗手，穿上干淨（灭过菌的）的工作服，带上口罩后再入接种室移种。带口罩的目的是防止因出气使空气振蕩使杂菌在空中浮游率增加。具体的移种方法是：一个人拿菌种瓶在酒精灯上将瓶塞打开并用大鑷子挖取菌种；另一个人也同样将被移种的瓶子上棉塞取下，此时应迅速的将挖下的菌种移入瓶中（每瓶可移入姆指大小的菌絲塊），菌种移入后用灯火燒一下棉塞，馬上盖上即算移种完毕。移过一次种之后，鑷子应沾少許酒精在灯七上燒一下，以防因移种次数过多粘有杂菌。全部移种完了之后即可移入培养室中进行培养。

移种量通常是每40—60瓶需菌种一瓶（容量700毫升）。

（四）栽培期間的管理　管理是平菇栽培的一項重要工作，只有在环境条件上滿足其生长的需要，才能得到良好的收获。

在菌絲生长阶段，主要的条件就是温度。在25—30°C的温度条件下，菌絲17—20天即可长滿全瓶（容量为700毫升的玻瓶）。但在低温情况下（15°C左右）則需30多天才能长滿。此期对湿度的要求虽不严格，但过干也会造成瓶內水分

过量蒸发,而使瓶内水分缺乏,故对室內之湿度也应加以适当之調节。如系用火爐加温,室內过干,可适当的往地上洒水。

移种之后,常不能百分之百的免受杂菌的危害,尤其是移种不熟練、設备条件差时,培养期間常在菌瓶的里面生长青霉、毛霉、麯霉等杂菌。对这种杂菌如不能及早处理則可造成整瓶菌种全部毁灭。为避免全部損失,对杂菌可以采取适当的处理。杂菌剛剛长出时,可用 0.2% 的升汞水或 75% 的酒精作局部处理。其方法是将瓶盖打开,迅速用滴管在杂菌菌落上滴入葯品即可;如不这样做,单将杂菌挖除而不进行葯剂处理也能收到一定的效果。当杂菌过多,不可施救时应即早将杂菌挖去,再补入少量之培养料,灭菌后再移种。

当菌絲已长滿瓶的三分之二以上时可移入栽培場并拔掉瓶塞,使其在适当条件下出菇。此期对外界条件的要求极为严格,而且因瓶塞已去,十分容易感受病虫之危害,故要求栽培場要特別干凈(无菌无虫)。栽培場中应具有通风、遮光、加温(冬季栽培时)設备,并在菌瓶移入之前进行認真的消毒(办法如前)。

菌瓶移入栽培室的时間与产量有一定关系。据我們观察,以菌絲长至瓶內三分之二或将近滿瓶时移入栽培場产量最高,产菇期亦早。移入栽培場过晚,常常造成菌絲过度生长,使得养分多消耗在营养体之生长上,待生长后期子实体生长时,常常造成营养不足,致使产量降低。

菌瓶移入栽培場之后,室內相对湿度应当經常保持在 90—95% 左右。在高湿条件下,可促进子实体迅速形成与生长,而且質地柔嫩肥厚。为了保湿,室內地上可鋪一層細沙,并在其上洒水。在子实体尚未形成及伸出瓶口以前,可用已消毒的湿草帘作瓶口复盖保湿,效果良好。在子实体伸出瓶口之

前，切忌向瓶內噴水。因瓶內积水之后，不仅影响菌絲生长，而且非常容易造成杂菌侵入的机会。当子实体长出瓶口之后，可每天往子实体上噴一次水。此期缺水，子实体常常卷縮、生长很慢。

栽培場內的温度以 13—18°C 較为合适，低于 5°C 或高于 30°C，常常影响子实体的产生。一般看来，在适当的高温条件下子实体生长迅速，低于 10°C 子实体生长比較緩慢。

在管理过程中，应經常做好通风换气工作。通气不良，由于蘑菇自体呼吸所产生 CO_2 的积累，常常使子实体长成畸形，甚至萎縮死亡。通常在保温良好的情况下可每隔 1—2 天通风一次，每次 2—4 小时。在湿潤温暖的季节，經常通风或在室外栽培均无不良影响。

平菇在黑暗条件下可以生长，但在散射光的条件下可促进子实体的形成及生长。强烈的直射光妨碍平菇的正常生活。

病虫害也是値得注意的問題。从目前栽培看来，还沒有发現什么严重的病虫害。但在栽培場中青霉菌对幼小的子实体为害比較严重。受害之菇，常常变褐腐烂而不得收成。为了减少杂菌的为害，除了做好預防之外，对已发生病害的菌瓶应及早携出室外处理。如发現全部菌瓶均有病害发生，則应迅速减低室內湿度及温度。并将全部病菇連同菌柄下部的菌絲块一齐清除，等病势减輕后再恢复正常的管理。

（五）收获　适期收获不但菇体柔嫩，味道鮮美，而且产量亦高。当菌盖凹下部分长有白色茸状物时，質地脆嫩，是收获最好的时期。子实体长得过老时，不仅質地疏松成革質状，久煮不烂，而且重量也往往减輕。

平菇一般可收三次，亦有采收四次的。700 毫升的菌瓶

可产鲜菇 3—5 两(产量与培养料关系很大); 如用容量 10 斤的小罐栽培,可采菇 3—4 斤。

四、平菇增产途徑的探討

提高平菇的产量,扩大平菇的栽培,近来已成为栽培上的中心問題。

过去有人認为:当菌絲长满菌瓶之后,将瓶打碎,然后把菌絲块放入栽培場中使其出菇,可大大提高产量。但据我們实驗及調查的結果,这样做并不能增加产量,甚至在保湿不好杂菌較多的条件下还要减产。减产的主要原因,可能是当菌絲块去掉可以防止水分大量散失的瓶子之后,其內部的水分就非常不易保持,因而管理稍一馬虎,裸露的菌絲块即会因干燥而失去产菇的能力。这种方法既浪費瓶子又不好管理,我們主張最好不用。

除此之外,目前也有个别地方采用大器皿(如罐子等)栽培。这种栽培,从單位培养料所得的产量来看,并不比瓶栽增产。但广泛的采用一定規格的瓶栽,菌瓶的来源是目前很大的問題。而且因瓶子多,移植工作也比較繁忙。故改用大器皿栽培也有着一定的优点。目前大器皿栽培主要問題是杂菌很难控制。我們建議,采用大口器皿栽培时应当在消毒、移种等环节上更加注意,应当建立合格的无菌室,并訓練出熟練的移种手。

我們在生产中初步的摸索到了一个新的增产途徑,——据初步試驗,以生长刺激素处理幼小的子实体增产效果非常显著。也有人以 20PPM 的 2,4-D 溶液处理幼小的子实体比对照的增产 30—40%。我們現在还正在进行着各种生长刺激素处理的試驗工作,相信这种方法能够給我們更多的益处。

中科院植物所图书馆
S0016047

主要参考文献

1. 翰章,肖蓁 1931,科学的种菇法,中华書局。
2. 裘維番 1952,中国食菌及其栽培,中华書局。
3. 陈梅朋 1957,蘑菇和草菇,科学出版社。
4. 沈阳农学院菇种場:1958年洋蘑菇栽培总結(未发表)
5. 木島常司,1927年,マツシエルームの栽培(日文)
6. 前田政吉,1932年,西洋松茸の的栽培(日文)
7. 吉村岩,1934年,四季食用茸の的栽培(日文)
8. Лебедева Л. А. Определитель шляпочных грибов, 1949 年
9. Панов М. А. Шампиньоны, 1950 年
10. Николаева Т. Л. Культура шампиньонов, 1955 年
11. Кулыдин Н. Т. "САД и ОГОРОД"1955 年 (7): 29—30.
12. Буковский Т. Я. Разведение шампиньонов, 1956 年
13. Грамов Н. Т. "САД и ОГОРОД"1956 年, (9)19—22.
14. Марков В. М. и Антонинин У. И. "САД и ОГОРОД" 1956 年,(1): 33—34.
15. Горленко М. В. Грибы—друзья и враги человека, 1956 年 Москва, P 157—186.
16. Буковский Т. Я. "САД и ОГОРОД"1957 年, (4)33—34.
17. Тарасов В. А. "САД и ОГОРОД"1957 年,(9)25—27.
18. Грамов К. Т. Шампиньоны, 1957 年 - Москва.
19. Панов М. А. Выращивание шампиньонов. 1957 年 Москва.
20. Громов Н. Т. и Латсев Д. И. "САД и ОГОРОД"1958 年,(7):26—27.
21. Lolreau, Champignon, 1950 年
22. Stoller B. B. Principles and Practice of Mushroom Culture, 1954 年

67.421
238
蘑菇栽培 3448

周启俊 61.1.3.

王云秀 83.3.9
张文君 83.5.27.
余25龙 84.2.2.

67.421
238

3448

统一书号：16144.762
定　价：0.50 元